

La arquitectura como sistema natural. El pensamiento informacional, la mutación ontológica del objeto y la biologización de la arquitectura*

*Architecture as a natural system. Informational thinking, the ontological mutation of the object and the biologization of architecture**

Resumen

En la era digital se han multiplicado las investigaciones en arquitectura de inspiración biológica. El artículo desarrolla la tesis de que las concepciones arquitectónicas subyacentes a estas exploraciones son el resultado de una mutación ontológica del objeto, derivada del marco cibernético. Además, plantea una reflexión en torno a la pregunta planteada por la convocatoria "verde: lo orgánico", sobre si la adopción de la biología como modelo explicativo en la arquitectura puede permitir a la naturaleza actuar como agente conformador del entorno urbano-arquitectónico.

Palabras clave: Arquitectura y naturaleza, arquitectura digital, teoría cibernética, pensamiento sistémico

Abstract

In the digital age, research in biologically inspired architecture has increased. This article develops the thesis that the architectural conceptions underlying these explorations are the result of an ontological mutation of the object, derived from the cybernetic framework. In addition, it provides a reflection on the question posed by the call to promote "green: the organic," on whether the adoption of biology as an explicative model in architecture can allow nature to act as an agent in shaping the urban-architectural environment.

Keywords: Architecture and nature, digital architecture, cybernetic theory, systemic thinking

* Varias ideas expresadas en este artículo se encuentran desarrolladas en mi libro *Cybernetic Architectures. Informational Thinking and Digital Design*. Agradezco a Routledge por permitirme reproducir parcialmente algunos apartes de los capítulos 1 y 3 del libro en mención.

**Camilo Andrés
Cifuentes Quin**

Universidad La Salle

Fecha de recepción:
24 de agosto de 2023

Fecha de aceptación:
2 de octubre de 2023

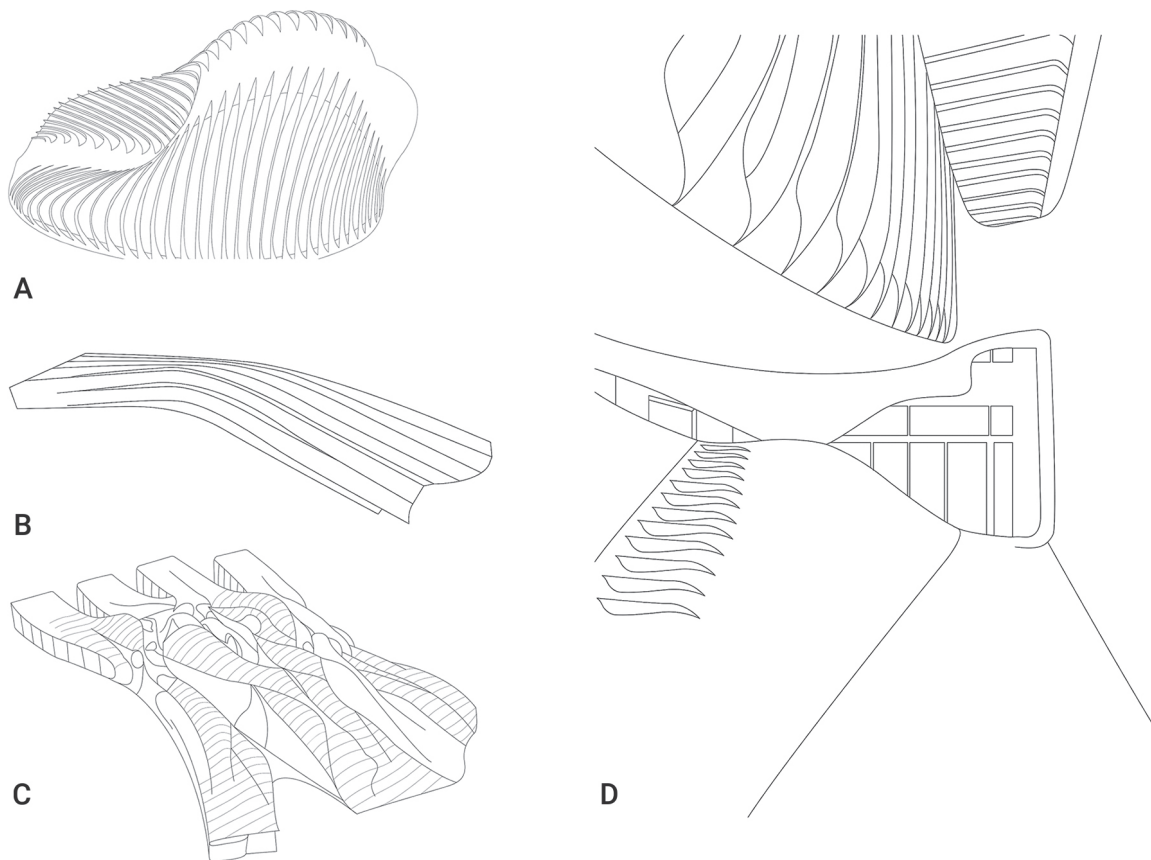
[https://doi.org/10.22201/
fa.2007252Xp.2023.14.28.87234](https://doi.org/10.22201/fa.2007252Xp.2023.14.28.87234)



Este trabajo está amparado por una licencia Creative Commons Atribución-No Comercial, 4.0

Desde la Antigüedad, la arquitectura ha encontrado en la naturaleza una variedad de imágenes y metáforas que se han traducido tanto en discursos disciplinares como en formas arquitectónicas. Esta tendencia parece haber cobrado impulso durante las últimas décadas, particularmente entre los arquitectos digitales.¹ En efecto, junto con la introducción en la práctica profesional de las nuevas tecnologías digitales de diseño y construcción,² en el escenario actual se han multiplicado las investigaciones arquitectónicas basadas en descripciones biológicas de los problemas de la arquitectura que, en muchos casos, involucran la producción de edificios y espacios que exhiben formas orgánicas (Figura 1).

Figura 1. Algunas exploraciones contemporáneas de arquitectura orgánica. A. Embriologic House Project – Greg Lynn, B. bmw Pavilion – Franken Architects, C. SoftOffice Project – NOX, D. Reebok Flagship Store –



¹ Se hace referencia a aquellos profesionales de la arquitectura que han situado en el centro de su práctica la exploración con las tecnologías digitales de diseño y construcción, cuya introducción en la disciplina se relaciona con la emergencia de nuevas metodologías de diseño, de nuevas expresiones formales y procesos constructivos. Dichas tecnologías comprenden una amplia variedad de herramientas de CAD (*Computer Aided Design*) y CAM (*Computer Aided Manufacturing*). CAD es el uso de programas informáticos como ayuda en los procesos de diseño y CAM es el uso de programas informáticos y maquinaria controlada por ordenador para automatizar un proceso de fabricación.

² Ver nota 1.

Contemporary Architecture Practice. Imágenes adaptadas a partir de: A. <http://glform.com/exhibits/biennale-2002/>, B y C. *Performative architecture: Beyond Instrumentality*, d. <https://www.c-a-p.net>.

Desde luego, considerar que la proliferación de tales expresiones arquitectónicas es simplemente el resultado de la indagación sobre las posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías de diseño y construcción para producir geometrías complejas sería sumamente reductor. Por lo tanto, la pregunta que surge frente a este fenómeno es: ¿qué visiones de los problemas de la disciplina subyacen a estas exploraciones? En relación a la pregunta formulada por la convocatoria “verde: lo orgánico”, se plantea la cuestión de si, en el contexto presente de crisis ecológica, el recurso a la biología como modelo explicativo en la arquitectura puede permitir que la naturaleza opere como agente conformador del entorno urbano-arquitectónico.

Para responder a la primera pregunta, en este artículo se argumenta que la tendencia hacia la “biologización”³ de la arquitectura en el contexto actual es producto de una mutación ontológica del objeto arquitectónico, cuyos orígenes deben buscarse en la visión informacional de las cosas promovida por la cibernética y la teoría de sistemas –dos marcos científicos que, desde mediados del siglo xx, han ejercido una notable influencia en diferentes campos del saber, incluida la arquitectura–.

Para comprender la influencia de estos dos marcos en el pensamiento arquitectónico contemporáneo, en la primera parte del artículo se presenta una síntesis de las ideas centrales de la teoría cibernética y la teoría de sistemas. Dicha síntesis ayuda a entender cómo la visión informacional de las cosas promovida por el pensamiento cibernético y sistémico se relaciona con una mutación ontológica del objeto en el pensamiento contemporáneo, y permite situar las visiones contemporáneas hoy dominantes del objeto arquitectónico dentro de un contexto intelectual que revolucionó el panorama del conocimiento actual. En la segunda parte del artículo se ofrece una mirada panorámica sobre cómo diferentes arquitectos y teóricos de la arquitectura contemporáneos han promovido explicaciones de los problemas de la disciplina y aproximaciones al diseño basadas en la construcción de la arquitectura como un “sistema natural”, en el sentido del concepto acuñado

³ En el campo del diseño biomimético, “biologizar” es plantear un problema de diseño en un contexto biológico. En este artículo, cuando se habla de la “biologización” de la arquitectura, se hace referencia, de manera más amplia, a la adopción en la profesión de conceptos, técnicas analíticas y metodologías desarrolladas en el campo de la biología, tanto para construir nuevos discursos arquitectónicos como para soportar nuevos métodos de diseño. En las exploraciones de diversos arquitectos contemporáneos, el recurso a la biología como modelo involucra el empleo de diferentes estrategias, tanto narrativas como metodológicas, que definen nuevos marcos para el desarrollo del proyecto arquitectónico. Tales estrategias incluyen desde la construcción de explicaciones biológicas de los problemas disciplinarios, hasta el desarrollo de metodologías para la generación de la forma arquitectónica basadas, o inspiradas, en el empleo de técnicas heredadas de la biología computacional.

por el filósofo de los sistemas Ervin Laszlo. Además de mostrar cómo los problemas de la arquitectura se han pensado en torno a la visión sistémica, esta mirada propone una explicación de la proliferación de exploraciones bio-inspiradas en el panorama arquitectónico contemporáneo.

En respuesta a la segunda pregunta, y a modo de conclusión, se presenta una reflexión sobre las posibilidades que brinda la concepción sistémica de la arquitectura para instrumentalizar la naturaleza como factor generativo para la creación de un entorno construido más ecológico. Se argumenta que, en términos de la necesidad de producir espacios en equilibrio con el medio ambiente, la visión sistémica ofrece un marco para pensar la arquitectura como un fenómeno relacional. En correspondencia, se plantea que, al margen de los aspectos iconográficos y simbólicos del edificio, lo que permite dicho marco es comprender el objeto arquitectónico como componente de una ecología, es decir, como el conjunto de relaciones complejas entre el espacio, el medio ambiente y los habitantes.

Del paradigma cibernético al pensamiento sistémico

En 1948, Norbert Wiener publicó el influyente libro *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine*, donde el autor articula una teoría de pretensiones universales basada en una idea que tomó forma a mediados del siglo xx. A saber, la premisa de que la esencia de diversos fenómenos es la transmisión de información. La idea surgió de los intercambios entre diferentes científicos prominentes, entre ellos Claude Shannon, John von Neumann, Warren McCulloch y el mismo Wiener, quienes compartían un interés común en la aplicación de conceptos propios de las ciencias de la comunicación (lógica, control, regulación, recursividad, retroalimentación) al estudio de diferentes problemas de investigación en campos diversos.⁴ Entre las investigaciones que dieron forma al paradigma cibernético se cuentan, para mencionar sólo algunas, el problema de la transmisión de señales (Shannon), el desarrollo de procesadores binarios (von Neumann), la construcción del cerebro como un sistema de procesamiento de información (McCulloch) y la exploración sobre el control automático de cañones antiaéreos, basado en la conceptualización de la relación entre los pilotos enemigos y los artilleros aliados como un sistema retroalimentado (Wiener).

Del intercambio entre estos y otros científicos surgió la iniciativa de establecer un marco común para el estudio del fenómeno de la comunicación y de sus posibles aplicaciones en diferentes campos.

⁴ Véase al respecto: Katherine N. Hayles, *How we became posthuman: Virtual bodies in cybernetics, literature, and informatics*, 2000.

Según Wiener, se decidió llamar a este campo “cibernética” a partir de la voz griega *kybernetes*, cuya traducción al español es timonel. Wiener empleó el término para describir aquellos sistemas capaces de autorregular su comportamiento gracias a su habilidad para procesar información proveniente de su entorno y cuya acción, inversamente, tiene un impacto en su medio ambiente (Figura 2). En el origen de esta idea se encuentra el concepto de retroalimentación negativa, que en las ciencias de la comunicación describe el proceso mediante el cual “el aumento en el valor de una cantidad tiende a producir una disminución de esa cantidad (o viceversa)” que produce “el valor estable de la cantidad, resistente a las perturbaciones ambientales”.⁵ En otras palabras, la retroalimentación negativa es un mecanismo que consiste en introducir en un sistema dado una acción proporcional a la salida del sistema, de modo que las condiciones del sistema se mantengan estables.

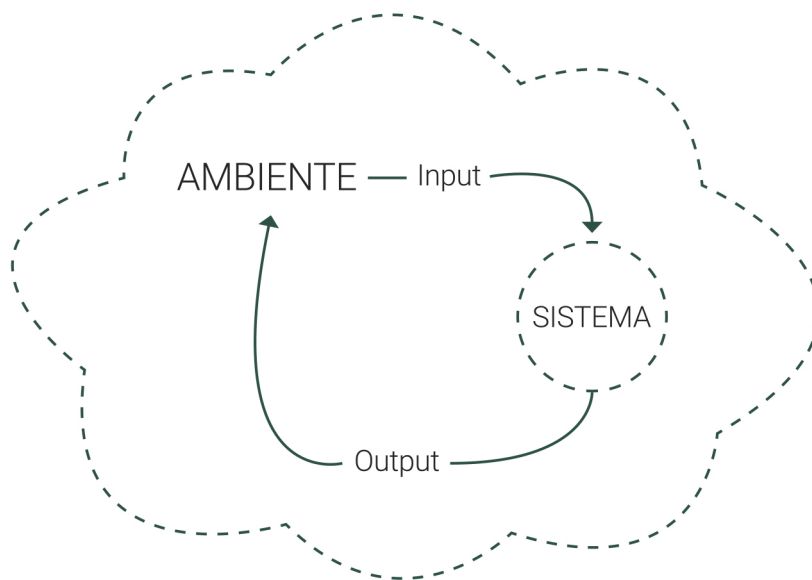


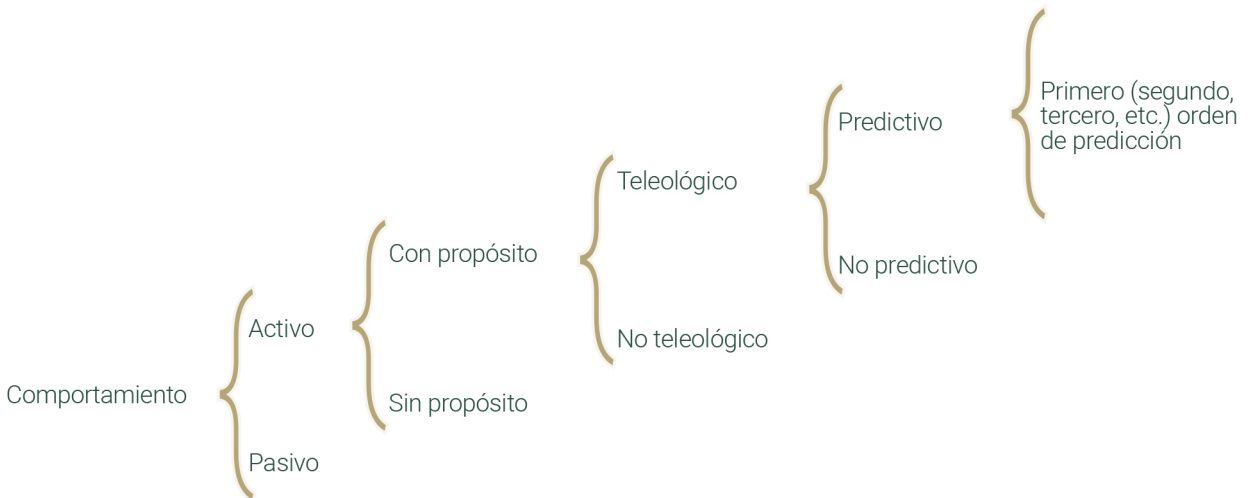
Figura 2. Modelo cibernético de causalidad.

Fuente: elaboración propia.

Crucialmente, para Wiener la retroalimentación negativa es un mecanismo que puede encontrarse en una variedad de fenómenos, de modo que cualquier sistema que involucre procesos recursivos de causa y efecto entre su estructura interna y su entorno puede considerarse un sistema cibernético, independientemente de que se trate de animales, humanos o máquinas. Esta premisa permitió a los cibernéticos imaginar un marco para analizar fenómenos de diversa índole como formas comunicacionales de organización basadas en una lógica de causalidad circular; a saber, como sistemas de control

⁵ Cliff Joslyn y Francis Heylighen, “Cybernetics”, *Encyclopedia of Computer Science*, 2003, p.473 (traducción del autor del texto original en inglés).

retroalimentado cuyo funcionamiento depende de la información que reciben de su entorno. Este modo de análisis fue esbozado por Wiener junto con Arturo Rosenblueth y Julian Bigelow en un artículo titulado "Purpose, behaviour and teleology", en el cual los autores definen un método comportamentalista para estudiar el funcionamiento de los sistemas (naturales y artificiales) y para clasificar su comportamiento (Figura 3).



Dicho método, que integra los elementos centrales de la teoría de la información, consiste en estudiar el comportamiento de un sistema determinado a partir del análisis de los eventos externos que afectan el sistema (*inputs*) y los cambios observados en el mismo (*outputs*), resultantes del impacto de los eventos que lo afectan. Este método de análisis permitió a Wiener y sus colegas concluir que "un análisis conductista uniforme es aplicable tanto a las máquinas como a los organismos vivos, independientemente de la complejidad del comportamiento".⁶ De este modo, el método de análisis propuesto logra eludir las diferencias obvias entre sistemas naturales y artificiales. Se trata de un cambio en la concepción de las cosas que, como se verá, tuvo profundas repercusiones para la mutación ontológica del objeto en el pensamiento occidental contemporáneo.

La construcción de los fenómenos naturales y artificiales como sistemas análogos es llevada a otro nivel en *Cybernetics*, donde Wiener argumenta que los servomecanismos, los humanos, y los organismos en general son formas de organización similares cuyo funcionamiento depende de mecanismos comunicacionales. De hecho, este es el elemento central del argumento de Wiener, quien

Figura 3. Clasificación de los sistemas según su comportamiento. Imagen adaptada a partir de: Arturo Rosenblueth, Norbert Wiener y Julian Bigelow, "Behavior, purpose and teleology", *Philosophy of science*, 1943, p.20.

⁶ Arturo Rosenblueth, Norbert Wiener y Julian Bigelow, "Behavior, purpose and teleology", *Philosophy of science*, 1943, p.22 (traducción del autor del texto original en inglés).

sostiene que, desde la perspectiva cibernética, los problemas de comunicación y control son inherentes a la noción de mensaje, sea éste transmitido por medios eléctricos, mecánicos o nerviosos.⁷ El sociólogo de la ciencia Geof Bowker explica que, de esta manera, Wiener perseguía un objetivo doble. Por un lado, postulaba que la transmisión de información es un aspecto central de diversos fenómenos de interés científico, independientemente de su naturaleza. Al mismo tiempo, presentaba la teoría cibernética como el marco que puede proporcionar el aparato conceptual y epistemológico para estudiar, producir o pensar fenómenos cuya esencia es el intercambio de información.⁸ En palabras de Wiener el objeto de la teoría cibernética es

[...] el estudio de los mensajes como medio de control de la maquinaria y la sociedad, el desarrollo de máquinas de computación y otros autómatas similares, ciertas reflexiones sobre la psicología y el sistema nervioso, y una nueva teoría provisional del método científico.⁹

Esta descripción de la teoría cibernética muestra que el marco propuesto por Wiener no se limita a la definición de un método de análisis de los fenómenos comunicacionales. En términos más amplios, el pensamiento cibernético define una visión completamente nueva de las cosas que, en definitiva, implicó la construcción de un nuevo tipo de ciencia. Este nuevo tipo de ciencia necesitaba un andamiaje conceptual que Wiener construyó en referencia a dos nociones clave, entropía y la retroalimentación, que complementan, y explican, el papel central del concepto de información en el pensamiento cibernético.

Para Wiener, el estudio de la naturaleza comunicativa de las cosas tenía un objetivo claro: luchar contra la entropía. El cibernético heredó esta idea del científico estadounidense Josiah Willard Gibbs, para quien, en la medida en que el universo envejece, se dirige hacia un estado de máximo desorden. La descripción del universo como un sistema entrópico procede de uno de los principios más importantes de la física del siglo XIX. A saber, la segunda ley de la termodinámica, que establece que la entropía de un sistema cerrado nunca disminuye, por el contrario, evoluciona de forma natural hacia el equilibrio termodinámico, es decir, hacia un estado de máximo desorden. A pesar del inexorable movimiento del universo hacia el caos, para Wiener existen territorios en los que la organización tiende a crecer:

⁷ Norbert Wiener, *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*, MIT press, 2019.

⁸ Geof Bowker, "How to be universal: Some cybernetic strategies, 1943-70", *Social Studies of Science*, vol. 23, núm. 1, 1993, pp. 107-127.

⁹ Norbert Wiener, *The human use of human beings: Cybernetics and society*, Da capo press, 1988, p.15 (traducción del autor del texto original en inglés).

[...] mientras que el universo en su conjunto, si es que existe un universo en su conjunto, tiende a agotarse, hay enclaves locales cuya dirección parece opuesta a la del universo en general y en los que existe una tendencia limitada y temporal hacia el aumento de la organización. La vida encuentra su hogar en algunos de estos enclaves.¹⁰

Para el padre de la cibernética, los organismos y, por extensión, todos los sistemas comunicacionales, incluidos los servomecanismos, presentan procesos de entropía decreciente. Así, desde la perspectiva cibernética, la clave para entender la capacidad de este tipo de sistemas para resistir a la fuerza de la entropía es el hecho de que no son sistemas cerrados, puesto que intercambian información con un entorno determinado. Esa es la razón por la que en el pensamiento cibernético se considera que la circulación de información es la esencia de la organización de los fenómenos comunicacionales.

En este punto aparece el papel central de la noción de retroalimentación en el pensamiento de Wiener. Si la entropía es una medida de la desorganización, entonces “la información transportada por un conjunto de mensajes es una medida de la organización. De hecho, es posible interpretar la información transportada por un mensaje como esencialmente el negativo de su entropía”.¹¹ De lo anterior se deduce que el intercambio de información tiene una finalidad muy precisa. Para Wiener, este mecanismo es la condición de existencia de cualquier sistema abierto: recibir y utilizar la información adquirida del contexto es un requisito para la adaptación de cualquier sistema a un entorno determinado. Esta idea se expresa claramente en una de las máximas más famosas de Wiener: “vivir eficazmente es vivir con la información adecuada”.¹²

Esta idea es inseparable de la cuestión de la regulación, noción que subyace al concepto de retroalimentación en la teoría cibernética. Hemos visto antes que, si el intercambio de mensajes define una forma de organización, entonces la información contenida en un mensaje es la medida de la organización de cualquier sistema comunicacional. Esto significa que, en un sistema capaz de intercambiar información con el entorno y otros sistemas, la información intercambiada es el elemento regulador que permite a dicho sistema mantener un estado de equilibrio. Y, dado que este proceso de regulación es un mecanismo interno, los sistemas cibernéticos se entienden como fenómenos autorregulados. La retroalimentación es, por tanto, el mecanismo que permite a los sistemas cibernéticos autorregular su comportamiento.

¹⁰ Norbert Wiener, *The human use of human beings*, *op.cit.*, p.12 (traducción del autor del texto original en inglés).

¹¹ Norbert Wiener, *Ibidem*, p.21.

¹² Norbert Wiener, *Ibidem*, p.18.

Para ser precisos, la retroalimentación es el proceso que permite a los sistemas comunicacionales modificar su comportamiento en función de la información que obtienen del mundo exterior. En *Purpose, behaviour and teleology*, la retroalimentación se describe exactamente en estos términos, es decir, como el mecanismo que permite a un sistema utilizar las salidas (*outputs*) de un proceso determinado como entradas (*inputs*) del sistema. Es importante destacar que, según el método descrito por Wiener, Rosenblueth y Bigelow, la retroalimentación es una característica común, y el aspecto clave, del funcionamiento tanto de los sistemas naturales como de los servomecanismos. Desde esta perspectiva, se entiende que ciertos procesos como la regulación, el aprendizaje y la adaptación dependen de los mecanismos de retroalimentación que permiten a los organismos y las máquinas adquirir información del mundo y transformarla en información válida para el funcionamiento del sistema.

Si la descripción del intercambio de información como esencia de diferentes fenómenos definió una nueva ontología de las cosas que difuminó los límites entre sistemas naturales y artificiales, la conceptualización de la naturaleza del intercambio entre distintos sistemas como un mecanismo de retroalimentación fue probablemente la aportación más importante de la cibernética a la epistemología contemporánea. Desde la publicación de *Cybernetics*, esta idea ha sido determinante para concebir diversos fenómenos como sistemas gobernados por una lógica de causalidad circular. Como lo explica Peter Gallison, desde el momento en que, en sus investigaciones sobre el control automático de cañones antiaéreos, Wiener concibió a los pilotos enemigos como una especie de máquina de retroalimentación que podía simularse electrónicamente, sólo hubo que dar un pequeño paso “para pensar en el artillero aliado de la misma manera. Luego empezó a aparecer la psicología humana como un sistema cibernético, luego la mente humana, luego la vida, luego incluso el sistema mundial en su conjunto”.¹³ En efecto, desde la segunda mitad del siglo xx, la investigación en varios campos, que incluyen la informática y el conjunto de las ciencias naturales y sociales, se ha beneficiado de la expansión del modelo cibernético.

Bowker explica que la migración de conceptos cibernéticos hacia diferentes campos del conocimiento fue posible gracias a un “efecto de triangulación”, que permitió nuevas formas de interacción cognitiva entre diversas investigaciones. De este modo, las ideas y herramientas desarrolladas en un campo podían ser empleadas para explicar problemas de naturaleza diferente en otro campo. Por ejemplo, ciertas ideas biológicas podían ser introducidas en la física y viceversa,

¹³ Peter Galison, “War against the Center”, *Grey Room*, 2001, p.29 (traducción del autor del texto original en inglés).

gracias al lenguaje de la cibernética, que “hacía el trabajo de suavizar la discontinuidad”.¹⁴ Para Bowker, este mecanismo de transferencia permitió la expansión del pensamiento cibernético, de modo que este marco llegó a “operar sea como la disciplina primaria, que dirigía a otras en la búsqueda de la verdad, o como una disciplina que proveía las herramientas analíticas indispensables para el desarrollo y el progreso de las otras”.¹⁵

Dicho mecanismo de transferencia se encuentra en el origen de uno de los modelos de pensamiento más influyentes de la segunda mitad del siglo xx. Me refiero al pensamiento sistémico, que comparte con la cibernética la descripción de los sistemas como mecanismos de control retroalimentado, como formas de organización basadas en el intercambio de información y como fenómenos neguentrópicos, y que contribuyó en gran medida a la expansión de la visión comunicacional de las cosas promovida por Norbert Wiener.

La visión sistémica y la mutación ontológica del objeto

En correspondencia con la visión cibernética de las cosas, la Teoría General de Sistemas (TGS), elaborada por el biólogo austriaco Ludwig von Bertalanffy, parte de la descripción de los organismos como sistemas abiertos; es decir, como formas de organización que intercambian información, materia y energía con su entorno.¹⁶ Se trata de una concepción de los fenómenos naturales que se fundamenta en una explicación informacional de su funcionamiento, a partir de la cual von Bertalanffy imaginó una formulación del organismo como una forma de organización autorregulada. Según la visión sistémica, el organismo es un sistema retroalimentado capaz de mantener un estado de equilibrio gracias a sus interacciones con el entorno circundante. Von Bertalanffy veía esta descripción del organismo como una crítica a la concepción mecanicista de la ciencia moderna; a saber, al método científico descrito por la segunda regla de Descartes, consistente en fragmentar un problema de estudio en elementos simples y separados. Según este enfoque, la práctica científica consiste en reducir fenómenos complejos a sus partes y procesos elementales para luego reunirlos conceptual o experimentalmente con el fin de objetivar el fenómeno estudiado. Se trata del mismo enfoque fomentado por la metodología newtoniana clásica, que consiste en la construcción del objeto de estudio como un conjunto de elementos aislados, a partir

¹⁴ Geof Bowker, *op.cit.*, p. 116.

¹⁵ Geof Bowker, *ibidem*, p. 122.

¹⁶ Ludwig von Bertalanffy, “General systems theory”, *The science of synthesis: exploring the social implications of general systems theory*, 2010.

de los cuales se deducen propiedades generales sin tener en cuenta la relación entre las partes que constituyen el fenómeno estudiado.¹⁷

Para von Bertalanffy, en las ciencias biológicas el enfoque mecanicista negaba el aspecto esencial del fenómeno de la vida. En oposición, la visión sistémica promueve una concepción orgánica de las ciencias biológicas, que pone de manifiesto la importancia de considerar el organismo como un todo organizado, y pretende descubrir principios de organización en todos los niveles. Por tanto, para von Bertalanffy, el estudio de los fenómenos biológicos no debía centrarse en el examen de sus partes de forma independiente, sino en sus relaciones. De acuerdo con esta idea, la TGS define los sistemas como un conjunto de elementos p que están unidos por relaciones R , donde el comportamiento de p cambia dependiendo del tipo de relación, de modo que el comportamiento de p en R difiere del comportamiento de p en R' .¹⁸ En otras palabras, la visión sistémica considera la interacción entre las partes de una forma de organización dada como el elemento clave para comprender su funcionamiento. Desde esta perspectiva, la comprensión de las relaciones entre las partes de un sistema es más importante que la comprensión de la acción individual de sus partes de forma aislada. Esta es la idea central representada por la máxima del pensamiento sistémico según la cual un sistema es más que la suma de sus partes.

La concepción de los organismos como sistemas abiertos llevó a von Bertalanffy y a sus colegas de la *Society for General Systems Research* a considerar una variedad de fenómenos en diversos campos del conocimiento como totalidades organizadas.¹⁹ De hecho, igual que Wiener, los pensadores sistémicos veían en la teoría general de sistemas un modelo para estudiar desde la misma perspectiva una variedad de problemas en campos diferentes que incluían, además de la biología, las ciencias del comportamiento y la sociología. Su propuesta consistía en extender la concepción informacional de los sistemas biológicos a otros problemas de investigación mediante el estudio de la similitud estructural, o isomorfismo, entre ellos. Esta estrategia implicaba considerar desde la misma perspectiva una variedad de fenómenos naturales, físicos y sociales, y pensarlos en términos de tres conceptos centrales que estructuran la visión sistémica de las cosas: organización, totalidad y teleología.

¹⁷ Véase al respecto: María Lucrecia Rovaletti, "Teoría general de los sistemas", *Signo y pensamiento*, vol. 8, núm. 15, 1989, pp. 45-56.

¹⁸ Ludwig von Bertalanffy, *op.cit.*

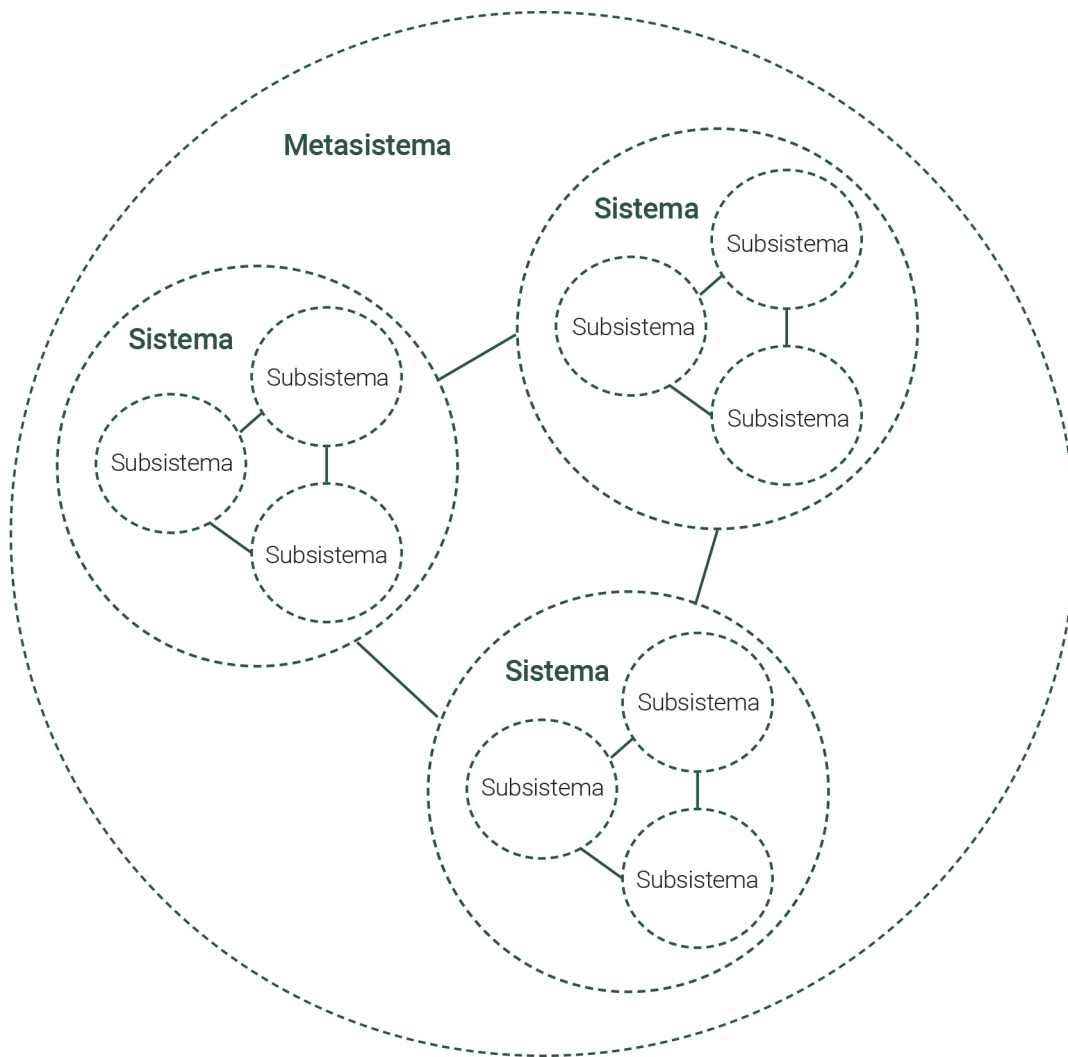
¹⁹ Véase al respecto: Kenneth E. Boulding, "General systems theory—the skeleton of science", *Management science*, vol. 2, núm. 3, 1956, pp. 197-208.

En el pensamiento sistémico, la noción de organización se refiere a los mecanismos que permiten a un sistema alcanzar un estado de equilibrio, o incluso llegar a niveles de organización más complejos, mediante su interacción con el medio que le rodea. De la noción de organización se desprende la concepción de los sistemas como totalidades integradas. De acuerdo con la lógica de causalidad circular cibernética, el pensamiento sistémico considera los sistemas como redes de elementos interrelacionados, como totalidades cuyas partes no pueden entenderse de manera independiente. Del mismo modo, la consideración de los sistemas como fenómenos neguentrónicos y autorregulados implica entenderlos como fenómenos teleológicos; es decir, como sistemas cuyo comportamiento y estructura están orientados hacia un objetivo específico, cuyos componentes se organizan y se coordinan para alcanzar dicho objetivo.

Según el filósofo Edgar Morin, esta construcción de los fenómenos se encuentra en la base de la comprensión del mundo como un tejido de elementos heterogéneos e inseparables. Más concretamente, Morin considera el modelo inaugurado por von Bertalanffy el precursor de dos ideas ampliamente aceptadas en el pensamiento contemporáneo: por un lado, la concepción de la organización de los sistemas como un problema de desequilibrio compensado y, por otro, la opinión de que la inteligibilidad de un sistema debe buscarse en su relación con el entorno.²⁰ Según Morin, estas dos ideas tienen origen en una mutación del estatus ontológico del objeto, que resulta de considerar diversos fenómenos como sistemas autoorganizados y como entidades fenoménicamente individuales. Según la visión sistémica, todas las cosas, incluso las entidades aparentemente autónomas, están en estrecho contacto con un entorno determinado y, en consecuencia, son inseparables de él. Desde esta perspectiva, los objetos aparecen como el producto de un ajuste total entre la forma fenoménica (el contexto) y sus principios de organización interna. En un sentido epistémico, la visión sistémica postula que el objeto debe concebirse como parte de un ecosistema y, más ampliamente, como parte de un mundo abierto y de un meta sistema (Figura 4). Según esta epistemología, el entorno forma parte del objeto y el objeto forma parte del entorno. Así, la realidad está ahora tanto en la conexión como en la distinción entre un sistema y su entorno, y el límite entre ambos está siempre en un lugar intermedio entre uno y otro; el límite está en el equilibrio alcanzado entre el sistema y el entorno, que es la condición de existencia de ambos.²¹

²⁰ Edgar Morin, *Introduction à la pensée complexe*, Éditions du Seuil, 2005.

²¹ *Ibid.*



Para describir este tipo de entidades, el filósofo Ervin Laszlo acuñó el concepto de “sistema natural”, que se refiere a cualquier tipo de estructura que no deba su existencia a una planificación consciente y que presente una forma de organización que no sea producto de agentes externos a ella.²² Para el autor de *The Systems View of the World*, los sistemas pueden ser infraorgánicos, orgánicos o supraorgánicos, es decir, físicos, biológicos o sociales, y comparten cuatro constantes organizativas.

Según la primera constante descrita por Laszlo, los sistemas naturales son totalidades que presentan propiedades irreductibles. Por ello, el estudio de los sistemas debe tener en cuenta el problema de la organización y no puede limitarse al estudio de las partes del sistema de forma aislada. El funcionamiento de los sistemas se basa en

Figura 4. Concepción sistémica del objeto.

Fuente: elaboración propia.

²² Ervin Laszlo, *The systems view of the world*, Blackwell, 1975.

la interacción entre los componentes del sistema, y dicha interacción puede ser comprendida como un proceso comunicacional. Este aspecto garantiza la segunda constante organizativa de los sistemas naturales; a saber, su capacidad para autorregular su comportamiento en un entorno dinámico. Puesto que los sistemas naturales no son estáticos, tienen tendencia a desarrollarse, evolucionar y degradarse. Así, desde el átomo hasta la organización social más compleja, los sistemas naturales presentan mecanismos de ajuste, adaptación y preservación de un estado de equilibrio. Además de ser sistemas autorregulados, los sistemas naturales son mecanismos autopoieticos, que se forman a sí mismos como reacción a los estímulos que reciben del entorno. Según la tercera constante, todos los sistemas están abiertos a la influencia del mundo exterior y reaccionan ante él, de modo que están implicados en un proceso de intercambio permanente en el que cada sistema afecta a su entorno circundante y viceversa. De lo anterior se deduce que el mundo es una especie de meta-sistema complejo constituido por una jerarquía de subsistemas que atraviesan las regiones de lo físico, lo biológico y lo social. En este sentido, aunque un sistema pueda diferenciarse claramente puede formar parte de otras disposiciones. Esta es la cuarta constante de los sistemas naturales. Según la cuarta condición, los sistemas son siempre interfaces, es decir, son componentes que coordinan la relación entre diversas partes y funciones; los humanos, por ejemplo, son sistemas integrados en términos biológicos, pero en términos sociológicos son componentes del sistema social.

Esta concepción de las cosas ha sido determinante para la emergencia de nuevos modelos explicativos de los problemas de investigación en prácticamente todos los campos del conocimiento. Se encuentra, por ejemplo, en la base de las descripciones orgánicas de la sociedad (Parsons, Luhman), de la economía (Hayek, Kelly) y del mundo en general (Odum).

En el campo de la arquitectura, como se verá a continuación, la visión sistémica se sitúa en el origen de un cambio de paradigma en la profesión que se ve reflejado en el abandono de la concepción de los edificios como objetos estáticos, dando paso a su construcción como agentes activos que afectan y son afectados por el entorno. Dicha transformación del estatus del objeto arquitectónico se encuentra en el origen tanto de nuevas explicaciones de los problemas de la arquitectura, como en el desarrollo de nuevas metodologías de diseño y estilos arquitectónicos que buscan instrumentalizar y/o representar la visión del objeto arquitectónico entendido como un sistema. Una mirada panorámica a la manera en que diferentes arquitectos y teóricos han construido visiones del edificio y métodos de diseño desde la perspectiva sistémica permite entender cómo el pensamiento informacional ha permeado el discurso y la

práctica de la arquitectura, y ofrece una explicación posible de la proliferación de exploraciones bio-inspiradas en el panorama arquitectónico contemporáneo.

La arquitectura como sistema natural

En correspondencia con la descripción de los sistemas naturales propuesta por Laszlo, desde la década de 1960 diversos arquitectos han promovido visiones de los objetos arquitectónicos como sistemas resultantes de procesos comunicacionales, autorregulados y auto-poieticos integrados con el ambiente, y como interfaces que coordinan la relación entre diversas partes y funciones en diferentes niveles (en términos arquitectónicos el edificio se entiende como un sistema integral compuesto por sistemas y subsistemas, pero en términos ecológicos aparece como componente de un ecosistema urbano y natural). Para el teórico Sanford Kwinter, este cambio de paradigma en la manera de pensar la arquitectura implica que

[...] el objeto –ya sea un edificio, un complejo o toda una matriz urbana, en la medida en que tales unidades sigan existiendo como términos funcionales– se definiría ahora no por cómo aparece, sino por las prácticas: aquellas de las que participa y las que tienen lugar en su interior.²³

Desde esta perspectiva, el espacio construido se define por las relaciones que son más pequeñas que los objetos, así como por las relaciones o sistemas que los contienen. Kwinter se refiere a estas relaciones como “microarquitecturas” y “macroarquitecturas”, dos conceptos que traducen al lenguaje arquitectónico la descripción de los sistemas naturales como formas de organización compuestas por varios elementos interrelacionados y como componentes de meta-sistemas mayores que los contienen.

Esta concepción del entorno construido es inherente a un enfoque que una variedad de arquitectos y teóricos del diseño ha abordado desde la segunda mitad del siglo pasado. Me refiero a la cuestión de la inseparabilidad de la arquitectura y del ambiente. En la década de 1960 esta idea ya se encontraba en el centro del influyente ensayo *Notes on the Synthesis of Form*, de Christopher Alexander, donde el autor sostiene que el diseño no se trata solamente de la definición de la forma del objeto, sino de la articulación entre el objeto diseñado y un entorno determinado (Figura 5). De hecho, para Alexander, cuando hablamos de diseño, el objeto de discusión debe ser el conjunto que incluye la forma y su contexto. De ahí su definición del

²³ Sanford Kwinter, *Architectures of time: Toward a theory of the event in modernist culture*, MIT press, 2002, p.14 (traducción del autor del texto original en inglés).

diseño como la búsqueda del ajuste adecuado entre los requisitos del proyecto y las características del contexto dentro del cual opera el objeto diseñado.²⁴

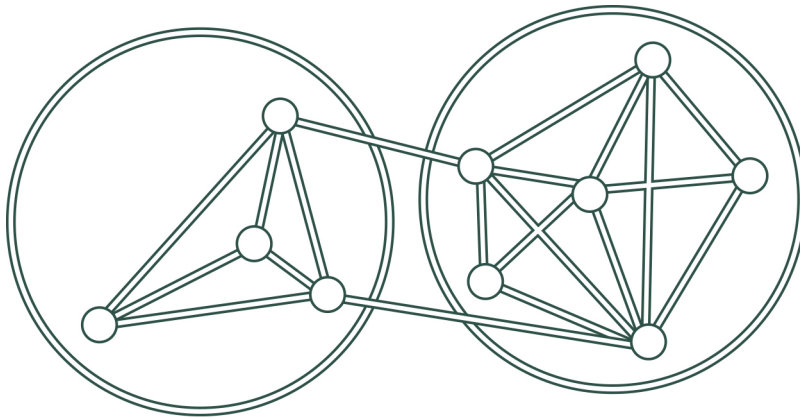


Figura 5. Representación conceptual del problema de diseño, entendido como un sistema resultante de la adecuación entre diversos elementos en respuesta a las condiciones de un contexto determinado. Imagen adaptada a partir de: Christopher Alexander, *Notes on the Synthesis of Form*, Harvard University Press, 1964.

Esta misma cuestión aparece de diversas formas en los discursos y métodos de diseño desarrollados por diversos arquitectos y teóricos contemporáneos. Por ejemplo, Yasha J. Neuman y Eran Gromban acuñaron el término “*performalism*” para describir una tendencia que consideran una nueva forma de vanguardia en la arquitectura. Crucialmente, se trata de una tendencia que no define un estilo sino un cambio en el pensamiento arquitectónico, centrado en “la búsqueda de una nueva lógica en la concepción de la forma y una nueva relación entre las distintas partes del triángulo Forma-Función-Sujeto”.²⁵ Según esta lógica, la forma del edificio es el resultado de su comportamiento. En este sentido, el objeto arquitectónico aparece como el producto de la combinación de varios aspectos (empíricos, cognitivos, perceptivos) que redefinen los problemas de forma y función, objeto y sujeto, espacio y cuerpo, percepción y cognición, política e ideología en la producción contemporánea del espacio.

La misma visión del objeto arquitectónico se encuentra en el “manifiesto parametricista” de Patrick Schumacher, que se inspira en una serie de conceptos empleados por pensadores de los sistemas como Niklas Luhman, en el campo de la sociología, y Humberto Maturana y Francisco Varela, en el ámbito de las ciencias naturales. En lo que parece un intento por acomodar la visión sistémica de las cosas a las

²⁴ Véase al respecto: Christopher Alexander, *Notes on the Synthesis of Form*, Harvard University Press, 1964.

²⁵ Eran Neuman y Yasha J. Grobman, “Performatism: A manifesto for architectural performance”, *Performatism*, Routledge, 2013, p. 4 (traducción del autor del texto original en inglés).

metodologías de diseño paramétrico empleadas en la oficina de Zaha Hadid, Schumacher propone una definición de la arquitectura basada en la siguiente premisa:

[...] los elementos o primitivos de la arquitectura se han vuelto paramétricamente maleables y permanecen dinámicamente incrustados en redes de dependencia, incluyendo múltiples aspectos del contexto; todos los subsistemas están internamente diferenciados y deben correlacionarse con (todos) los demás subsistemas.²⁶

En un contexto global que se caracteriza por nuestra capacidad para “movernos en una rápida sucesión de encuentros comunicativos”,²⁷ Schumacher sostiene que requerimos un nuevo entorno construido “con un nivel de complejidad sin precedentes, una complejidad que se organice y articule en un orden complejo y abigarrado del tipo que admiramos en los sistemas naturales autoorganizados”.²⁸

Según la ontología del espacio propuesta por Schumacher, los edificios y la ciudad deben pensarse como sistemas dinámicos, complejos e interrelacionados que pueden desplegar la capacidad de los sistemas naturales para autoorganizar su desarrollo. Aquí aparece otra cuestión central del pensamiento sistémico que ha dado forma a las visiones contemporáneas del espacio; a saber, la idea de que un sistema es una realidad emergente producto de la interacción entre sus diferentes componentes. Para Michel Hensel, por ejemplo, el espacio es un complejo de organización material-espacial resultante de cuatro dominios de acción (sujeto, entorno, materia y espacio) que se retroalimentan mutuamente. En este sentido, el espacio se piensa y se diseña –gracias al empleo de técnicas computacionales de modelado y simulación– como el producto de relaciones variadas y dinámicas entre los sistemas materiales que componen el edificio, las condiciones ambientales a las que responde, y el uso y la percepción del objeto diseñado por parte de los habitantes. Así, el entorno construido pasa de concebirse como una “organización estática que define por sí sola un objeto a intrincados procesos de interacción y las capacidades y transformaciones que surgen de estas interacciones.”²⁹

²⁶ Patrik Schumacher, “Architecture’s next ontological innovation”, *Tarp. No Nature*, 2012, p. 101 (traducción del autor del texto original en inglés).

²⁷ Patrik Schumacher, *ibidem.*, p.102 (traducción del autor del texto original en inglés).

²⁸ Patrik Schumacher, *ibid.* (traducción del autor del texto original en inglés).

²⁹ Michael U. Hensel, “Performance-oriented design from a material perspective: domains of agency and the spatial and material organization complex”, *Performatism*, Routledge, 2013, p. 43 (traducción del autor del texto original en inglés).

De manera similar, Ali Rahim se ha referido a la creación de la forma arquitectónica como un proceso determinado por la reacción a estímulos externos que transforman una situación habitacional. Así, la forma arquitectónica sería el resultado de bucles de retroalimentación entre el sujeto y el entorno, y entre el espacio y el contexto. En el trabajo de Rahim, esta idea es inherente a una lógica de diseño en la que la forma arquitectónica se concibe como un sistema reactivo, como una “formación catalítica”, que responde a estímulos y que está inmersa en una red de elementos que incluyen los aspectos materiales de la arquitectura, el entorno y sus habitantes.³⁰

William Braham resume claramente este tipo de enfoque cuando afirma que, desde la visión sistémica, los distintos sistemas constructivos dejan de ser considerados como artefactos diseñados para cumplir funciones específicas para ser entendidos como sistemas complejos que afectan, global y simultáneamente, al edificio y a los habitantes en su conjunto.³¹ En otras palabras, desde esta perspectiva los objetos arquitectónicos se piensan como ecologías, lo cual conlleva, como lo recuerdan Kiel Moe y Ryan E. Smith, a pensar el objeto arquitectónico en términos de las partes que lo componen, de sus conexiones y sus redes de acción (Figura 6).³²

Como corolario de la concepción del espacio entendido como una realidad emergente, en las prácticas contemporáneas del diseño también ha cobrado fuerza la idea de que los objetos arquitectónicos pueden independizarse de una serie de valores preestablecidos, relacionados con cuestiones de estilo, técnica e ideología. En palabras de David Leatherbarrow,

[...] cuando el edificio se libera de intencionalidades tecnológicas y estéticas, descubrimos sus conexiones laterales con un entorno ambiental y social que no es obra de nadie, y menos aún del diseño y la planificación. Lo que hay que destacar es la excentricidad del edificio, su existencia fuera de sí mismo.³³

De manera similar, Antoine Picon plantea que desde este tipo de enfoque la arquitectura se convierte en algo que sólo se justifica por

³⁰ Ali Rahim, *Catalytic formations: architecture and digital design*, Taylor & Francis Group, 2006.

³¹ William Braham, “Biotechniques: Form Follows Flow?”, *Departmental Papers (Architecture)*, 2003, p. 21.

³² Kiel Moe y Ryan E. Smith, “Introduction: systems, technics, and society”, *Building Systems: Design Technology and Society*, 2012, p. 5.

³³ David Leatherbarrow, “Architecture’s unscripted performance”, *Performative Architecture beyond Instrumentality*, 2005, p. 16 (traducción del autor del texto original en inglés).

sistema inmerso en un entorno ecológico específico, como una realidad que emerge de una variedad de factores interrelacionados que participan en la producción del espacio, y como un sistema dinámico y autónomo que puede autoorganizar su desarrollo. Se trata de una serie de caracterizaciones del objeto arquitectónico que, en términos del método cibernético de análisis, ubican al edificio en la categoría de los sistemas teleológicos; a saber, aquellos sistemas cuyo comportamiento puede considerarse análogo al de los organismos vivos en la medida que su comportamiento y estructura están orientados hacia objetivos específicos, y cuyos componentes se organizan y se coordinan para alcanzar dicho objetivo. Esta idea sugiere una pista para comprender la relación entre las concepciones sistémicas del edificio y la proliferación de formas orgánicas en la producción arquitectónica contemporánea.

De la visión sistémica a la biologización de la arquitectura

Como se ha visto, en las construcciones sistémicas de la arquitectura no es extraño encontrar referencias a nociones biológicas, que se han empleado para describir cuestiones como la emergencia y la autonomía de la arquitectura (piénsese, por ejemplo, en las tesis de Schumacher, que se inspiran en algunas de las ideas desarrolladas por Humberto Maturana y Francisco Varela para explicar el funcionamiento de los organismos como sistemas autoorganizados). Desde luego, Schumacher no es el único arquitecto contemporáneo que ha empleado explicaciones biológicas para referirse a cuestiones arquitectónicas. Diferentes profesionales han promovido descripciones sistémicas de los problemas de la disciplina, donde los edificios son presentados como sistemas homeostáticos e inteligentes, como mecanismos adaptativos, evolutivos y autoorganizados. Por ejemplo, el concepto de homeostasis, que describe el proceso mediante el cual los organismos mantienen un estado de equilibrio, ha sido empleado con frecuencia para caracterizar los problemas de diseño como una cuestión de equilibrio entre diversos factores. Así, concebidos como fenómenos homeostáticos, los edificios aparecen como artefactos resultantes de condiciones ambientales cambiantes, como formas de organización que se adaptan en respuesta a dichas condiciones, como sistemas que deben alcanzar una relación de equilibrio con el entorno y, por supuesto, como sistemas teleológicos que, al igual que los organismos, pueden hacer todo esto de forma autónoma.

Estas mismas ideas se encuentran en la base de una variedad de exploraciones contemporáneas del diseño que se fundamentan en descripciones de la arquitectura como un sistema genético, adaptativo, evolutivo y autoorganizado. Particularmente en el ámbito de la arquitectura digital, el uso de conceptos biológicos ha sido inhe-

rente a la elaboración de nuevas metodologías de diseño –en algunos casos inspiradas de los métodos desarrollados por los biólogos para simular procesos orgánicos– en las que la producción de la forma se ha pensado como un proceso dinámico y autodirigido, y como la materialización de las variables, contenidas en un programa, que definen una realidad espacial. Mediante el uso de técnicas de diseño computacional, y en referencia a una serie de ideas y técnicas importadas de campos como la biología molecular, la genética y la biología del desarrollo, los arquitectos digitales han explorado visiones del diseño como un proceso morfogénico y de la arquitectura como un sistema adaptable, evolutivo y programado genéticamente. Más recientemente, este tipo de exploraciones se han pensado en torno a narrativas en las que los edificios aparecen como sistemas emergentes y autoorganizados, dos nociones que en las ciencias naturales se han empleado para describir aquellos fenómenos cuya organización es producto de la acción coordinada de diversos elementos sin la mediación de un órgano central de control, tales como el desarrollo del organismo y el comportamiento inteligente.

Teniendo en cuenta lo anterior, no es sorprendente observar que la mutación ontológica del objeto arquitectónico haya venido de la mano con nuevas búsquedas formales de inspiración biológica. Por el contrario, pareciera que es la transformación ontológica del objeto lo que explica dichas búsquedas. Aquí cabe recordar que muchas de las nociones biológicas empleadas en los discursos arquitectónicos contemporáneos (incluidos los conceptos de homeostasis, adaptación, evolución, emergencia y autoorganización), son fundamentales en el pensamiento cibernético, o fueron formuladas en las ciencias naturales contemporáneas en referencia al paradigma informacional. Por ejemplo, el concepto de homeostasis, acuñado por el fisiólogo francés Claude Bernard, fue una referencia central para la descripción propuesta por Wiener de los sistemas autorregulados. Las nociones de emergencia y autoorganización también fueron fundamentales en la construcción de la segunda ola de la cibernética y constituyen los conceptos centrales de la ciencia de la complejidad. Por otra parte, los mecanismos de adaptación y evolución en los organismos se repensaron en la biología contemporánea en referencia a la descripción informacional de los mecanismos de la herencia promovida por prominentes científicos como Henry Qastler, Jaques Monod, Francois Jacob y Geroge Beadle, entre otros.³⁵

Del mismo modo que la visión comunicacional de las cosas permitió a los cibernéticos difuminar la distinción entre sistemas naturales y sistemas artificiales y, en las ciencias naturales, construir una serie

³⁵ Véase al respecto: Lily E. Kay, *Who wrote the book of life?: A history of the genetic code*, Stanford University Press, 2000.

de fenómenos biológicos en referencia a narrativas informacionales, en el campo de la arquitectura la concepción comunicacional del objeto arquitectónico ha permitido pensar el edificio como una suerte de sistema biológico. En palabras de Aaron Sprecher, desde el marco cibernético el edificio se ha construido como “una especie de máquina semi-orgánica que podría comportarse como un organismo vivo”.³⁶ Esto explica que, de manera paralela a la imaginación sistémica de la arquitectura, los arquitectos hayan concebido nuevos estilos que sustituyen la imagen tradicional del edificio por un catálogo de formas que, con frecuencia, simbolizan las nociones científicas y biológicas evocadas para describir los problemas de la disciplina.

No obstante, no todas las arquitecturas orgánicas son sistémicas, si se entiende que una arquitectura sistémica debe, como los organismos, buscar establecer una relación de equilibrio con su entorno. Desde el marco sistémico, una arquitectura de inspiración orgánica puede considerarse realmente sistémica en la medida que lleve las metáforas biológicas a un nivel instrumental; por ejemplo, a través de la búsqueda de crear edificios que exhiban, efectivamente, características como la capacidad de adaptación y autorregulación propias de los sistemas naturales (Figura 7). Sin este componente, una arquitectura de aspecto orgánico no es más que una representación simbólica de las nociones tecno-científicas que han inspirado las visiones contemporáneas del objeto arquitectónico (Figura 8).

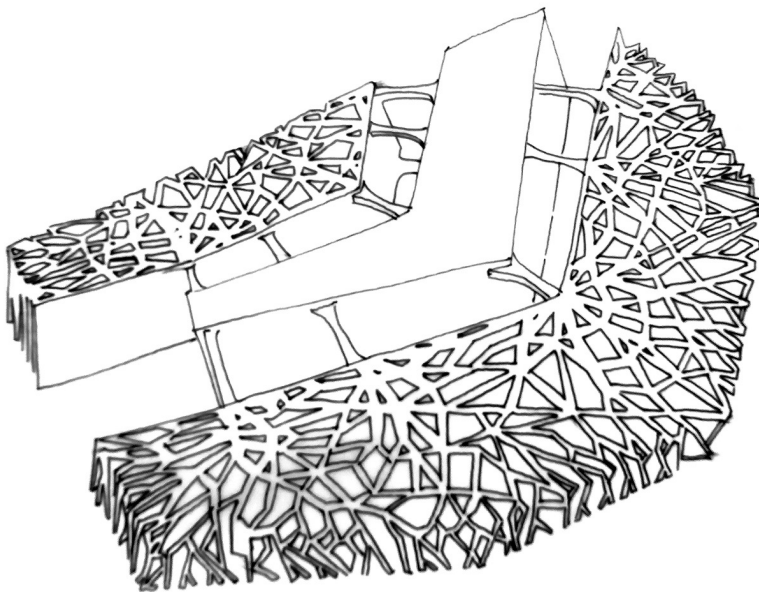
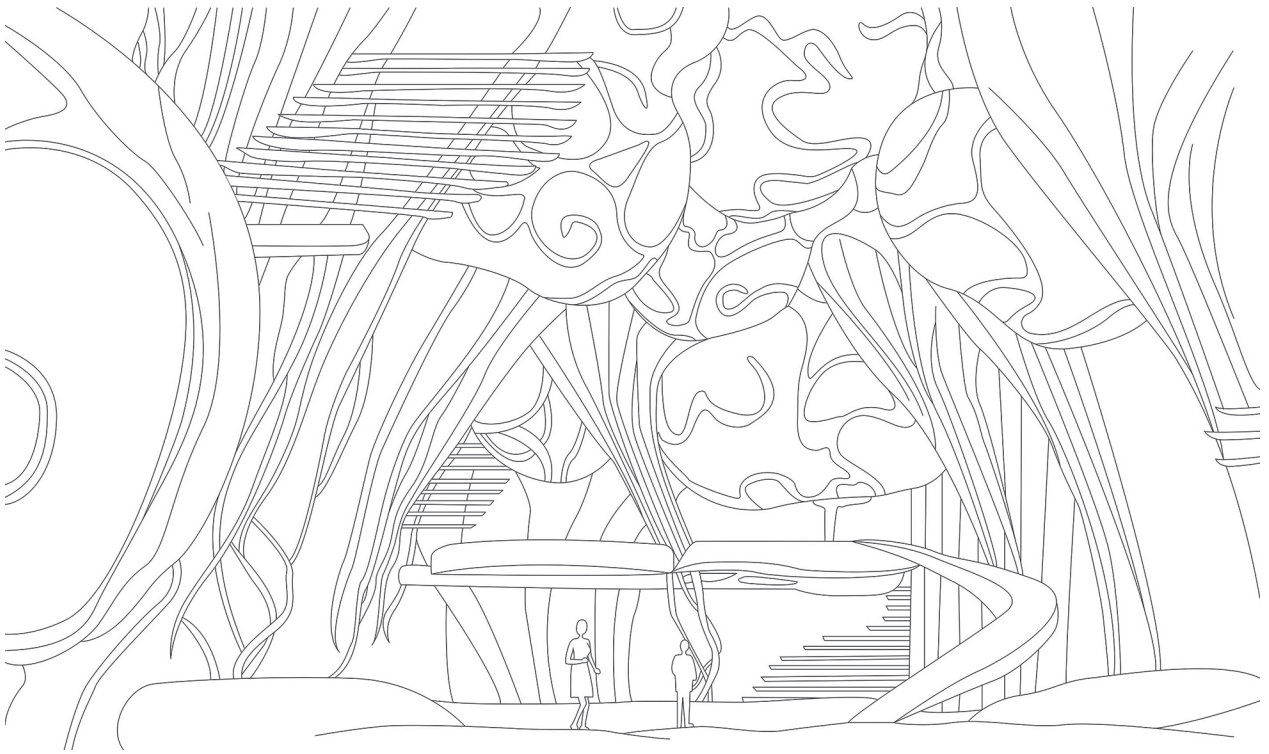


Figura 7. Propuesta para el concurso de diseño de la Nueva Librería Nacional Checa. Achim Menges, OCEAN NORTH, Scheffler + Partner. En el proyecto planteado, la exploración de un sistema tectónico de ramas fusionadas responde a criterios estructurales y permite generar diferentes condiciones micro climáticas dentro del edificio. Imagen adaptada a partir de: <http://www.achimmenges.net>.

³⁶ Aaron Sprecher, “Informationism: Information as architectural performance”, *Performatism*, Routledge, 2013. p. 27 (traducción del autor del texto original en inglés).



Esta distinción, entre una arquitectura que se comporta como un sistema natural (biomimética) y una arquitectura de aspecto orgánico (biomórfica), es clave para responder a la pregunta planteada en la introducción, sobre si el empleo de la biología como modelo explicativo en la arquitectura puede permitir a la naturaleza operar como agente conformadora del entorno urbano-arquitectónico.

La arquitectura biológica y la naturaleza como agente conformadora del entorno

Para responder a la pregunta sobre el potencial del uso de la biología como modelo para permitir a la naturaleza operar como agente conformador del entorno es importante recalcar que, como se mencionó antes, las prácticas arquitectónicas que emplean nociones biológicas como modelo de explicación pueden dividirse en dos categorías. Por una parte, se encuentran las arquitecturas que usan las metáforas biológicas en un sentido netamente simbólico y, por la otra, aquellas que buscan llevar dichas narrativas a un plano instrumental. Estas dos tendencias definen dos maneras radicalmente distintas de entender el rol de la metáfora como elemento generador en la arquitectura.

En el primer caso, el edificio aparece como una reificación de los conceptos sobre los que se han construido las visiones bio-inspiradas de la arquitectura, donde el despliegue de un imaginario formal

Figura 8. Propuesta para el concurso de diseño de la Biblioteca de Helsinki. HAD-X Creative Agency. Las visiones de Hernán Díaz Alonso son representativas de una tendencia a explorar vocabularios formales que traducen las metáforas biológicas que han estructurado las concepciones contemporáneas del espacio, al margen de otras consideraciones relacionadas con la vasta red de factores que definen el espacio construido. Imagen adaptada a partir de: <https://www.hda-x.co/helsinki-central-library-competitio>.

inspirado en las formas de la naturaleza no necesariamente permite crear edificios mejor adecuados a las condiciones del contexto. La cara opuesta de este tipo de aproximación la constituyen las prácticas arquitectónicas centradas en la búsqueda por hacer operativas las metáforas biológicas, donde las configuraciones materiales, formales y espaciales del edificio apuntan a crear espacios mejor articulados con un entorno natural, construido y social. Es en este sentido que, en mi opinión, las narrativas biológicas pueden permitir a la naturaleza operar como agente conformador del entorno urbano-arquitectónico, en la medida que permiten pensar y diseñar los espacios arquitectónicos y urbanos, a la manera de los sistemas naturales, como sistemas inmersos en ecologías.

Aquí se ha visto que, en términos de la producción de un entorno construido en equilibrio con el medio ambiente, lo que ofrece la visión sistémica del objeto es un marco para entender la arquitectura como un fenómeno relacional. Como tal, el edificio debe pensarse como el conjunto de interacciones complejas entre el espacio, el ambiente y los habitantes. En este sentido, hablar de arquitectura ecológica es hablar de una arquitectura que resuelve adecuadamente estas relaciones. Desde esta perspectiva, y parafraseando a Christopher Alexander, una arquitectura es ecológica cuando ocupa su lugar en la red de la naturaleza.³⁷

Entonces, frente a la cuestión sobre si la “biologización” de la arquitectura puede posibilitar que la naturaleza opere como agente configurador del entorno construido, la respuesta radica en el rol que se asigne a las explicaciones biológicas como elemento generador del proyecto arquitectónico. Dichas explicaciones pueden permitir a la naturaleza actuar como agente configurador del entorno siempre y cuando éstas se plasmen en el diseño de edificios que se comporten de manera análoga a los sistemas naturales, más allá de sus aspectos icónicos y simbólicos. En un contexto de crisis ambiental, quizás esta la vía a seguir para desarrollar un entorno construido ecológico y, por ende, ambientalmente sostenible.

³⁷ Ver al respecto: Christopher Alexander, *A pattern language: towns, buildings, construction*, Oxford University Press, 1977.

Referencias

ALEXANDER, CHRISTOPHER

- 1964 *Notes on the Synthesis of Form*, Harvard University Press.
1977 *A pattern language: towns, buildings, construction*, Oxford University Press.

BERTALANFFY, LUDWIG VON

- 2010 "General systems theory", *The science of synthesis: exploring the social implications of general systems theory*, vol. 103.

BOWKER, GEOFF

- 1993 "How to be universal: Some cybernetic strategies, 1943-70", *Social Studies of Science*, vol. 23, núm 1, pp. 107-127.

BOULDING, KENNETH E.

- 1956 "General systems theory—the skeleton of science", *Management science*, vol. 2, núm 3, pp. 197-208.

BRAHAM, WILLIAM

- 2003 "Biotechniques: Form Follows Flow?", *Departmental Papers (Architecture)*, p. 21.

GALISON, PETER

- 2001 "War against the Center", *Grey Room*, núm. 4, pp. 7-33.

HAYLES, N. KATHERINE

- 2000 *How we became posthuman: Virtual bodies in cybernetics, literature, and informatics*.

HENSEL, MICHAEL U.

- 2013 "Performance-oriented design from a material perspective: domains of agency and the spatial and material organization complex", *Performatism*, Routledge, pp. 43-48.

JOSLYN, CLIFF Y FRANCIS HEYLIGHEN

- 2003 "Cybernetics", *Encyclopedia of Computer Science*, pp. 470-473.

KAY, LILY E.

- 2000 *Who wrote the book of life?: A history of the genetic code*, Stanford University Press.

KWINTER, SANFORD

- 2002 *Architectures of time: Toward a theory of the event in modernist culture*, MIT Press.

LASZLO, ERVIN

1975 *The systems view of the world*, Blackwell.

LEATHERBARROW, DAVID

2005 "Architecture's unscripted performance", *Performative Architecture beyond Instrumentality*, pp. 7-19.

MOE, KIEL Y R. SMITH

2012 "Introduction: systems, technics, and society", *Building Systems: Design Technology and Society*, pp. 1-10.

MORIN, E.

2005 *Introduction à la pensée complexe*, Éditions du Seuil.

NEUMAN, ERAN Y YASHA J. GROBMAN

2013 "Performatism: A manifesto for architectural performance", *Performatism*, Routledge, pp. 3-7.

PICON, ANTOINE

2010 "Digital culture in architecture", *Digital Culture in Architecture*, Birkhäuser.

RAHIM, ALI

2006 *Catalytic formations: architecture and digital design*, Taylor & Francis Group.

ROSENBLUETH, ARTURO, NORBERT WIENER Y JULIAN BIGELOW

1943 "Behavior, purpose and teleology", *Philosophy of science*, vol. 10, núm 1, pp. 18-24.

ROVALETTI, MARÍA LUCRECIA

1989 "Teoría general de los sistemas", *Signo y pensamiento*, vol. 8, núm. 15, pp. 45-56.

SCHUMACHER, PATRIK

2012 "Architecture's next ontological innovation", *Tarp. No Nature*, pp. 100-107.

SPRECHER, AARON

2013 "Informationism: Information as architectural performance", *Performatism*, Routledge, pp. 27-31.

WIENER, NORBERT

- 2019 *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*, MIT Press.
- 1988 *The human use of human beings: Cybernetics and society*, Da Capo Press.

Camilo Andrés Cifuentes Quin

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo

Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia

cacifuentes@unisalle.edu.co

[Orcid: https://orcid.org/0000-0003-1470-9208](https://orcid.org/0000-0003-1470-9208)

Arquitecto con experiencia en diseño arquitectónico, en la investigación sobre el impacto de las tecnologías de la información en las transformaciones del panorama arquitectónico contemporáneo, y en la exploración de procesos computacionales en la práctica del diseño.

Egresado de la Universidad de los Andes, especialista en diseño computacional (Escuela de Diseño e Ingeniería de Barcelona - ELISAVA), magíster en Ambiances Architecturales et Urbaines (École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble - ENSAG), doctor en Arquitectura (Universidad Politécnica de Cataluña - ETSAB). Actualmente es profesor asociado de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo en la Universidad de La Salle.