

Capítulo 5

Diseño generativo aplicado a la Arquitectura y su contribución a la sustentabilidad

Sara Cristina Solache de la Torre, Juan Carlos Arteaga Arcos, David Joaquín Delgado Hernández

Resumen

En la actualidad la construcción arquitectónica y civil es la actividad que genera más impacto ambiental pero también es necesaria para el desarrollo económico, por esta razón los sistemas constructivos y de diseño requieren modificaciones para aminorar el daño ambiental. El objetivo del escrito es la identificación de las principales ventajas que tiene al diseño sustentable la implementación de espacios arquitectónicos generativos. Mediante la utilización de la metodología histórica- comparativa se analizaron los sistemas constructivos que se han utilizado en la construcción y se compara con obras generativas desarrolladas en el mismo contexto. Los resultados que se obtuvieron son la identificación de las ventajas que tiene la utilización del diseño generativo en la arquitectura ya que permite la utilización de materiales innovadores y de menor impacto ambiental, se genera menor desperdicio, las obras se ejecutan a mayor velocidad y permite generar sistemas constructivos nuevos con el uso de la fabricación digital aditiva.

Palabras clave:
Diseño generativo;
sustentabilidad;
fabricación aditiva;
impresión 3D;
biomimética.

Solache de la Torre, S. C., Arteaga Arcos, J. C., & Delgado Hernández, D. J. (2026). Diseño generativo aplicado a la Arquitectura y su contribución a la sustentabilidad. En J. Martínez Pérez, M. Hernández Ortiz, & I. Ortiz Medina, (Coords). *Desafíos contemporáneos. Un análisis multiescalar de la tecnología, la sociedad y el territorio*. (pp. 144-166). Religación Press. <http://doi.org/10.46652/religacionpress.363.c787>



Introducción

A lo largo de la historia el diseño arquitectónico se ha desarrollado mediante procesos basados en la creatividad, lo que ha permitido la planificación de sistemas constructivos que combinan arte y ciencia para desarrollar soluciones funcionales, estéticas y sustentables que vayan en beneficio de la sociedad. Y esto se logra mediante los avances tecnológicos, que han permitido desarrollar herramientas capaces de automatizar procesos. Geoffrey Broadbent, director de la escuela de arquitectura de Portsmouth, menciona en su libro *Metodología del diseño arquitectónico* (1971), el proyecto de arquitectura difícilmente posee una secuencia única de tareas diferenciables y ordenadas, debido a que, entre el problema y la solución, normalmente, se mantiene una continuidad interactiva. El diseñador debe dejar de priorizar la forma como elemento principal del proceso de diseño, lo esencial que le da forma al proyecto son las relaciones lógicas que a partir de estas se constituyen las relaciones geométricas que se convertirán en variables, parámetros y algoritmos que generen soluciones a los problemas del proyecto.

Las técnicas generativas construyen en el diseño arquitectónico la definición de la forma que depende de ellos antecedentes, para conciliar aspectos formales, según criterios específicos y construir un sistema algorítmico que resuelva el proyecto. El gran potencial que tiene el diseño generativo mediante la fabricación digital y la construcción industrial a gran escala permite prever problemas que puedan suceder en la obra por lo que su ejecución es más precisa y sin contratiempos.

Diseño generativo

En la actualidad la construcción civil, social y urbana en el mundo es necesaria. La industria de la construcción es una gran oportunidad de desarrollo ya que la inversión en la construcción genera una gran

cantidad de empleos. En el año 2021-2022 en la industria de la construcción mundial se contabilizan 250 millones de trabajadores es decir 7.7% del total del empleo, específicamente por cada millón de dólares invertido se genera un promedio de 97 empleos en México (Arteaga, 2021).

Hoy en día se requiere el ahorro de recursos de todo tipo, no solamente en las etapas de uso, operación y mantenimiento de los edificios; sino también desde su diseño y construcción, por lo tanto, un diseño adecuado de las distintas partes de los edificios traerá como consecuencia mejores productos en cuanto a diseño y construcción.

El diseño generativo es un sistema relativamente nuevo, permite encontrar la mejor opción para un diseño que cumpla con los requisitos de desempeño esperados. Al diseño generativo actualmente se le conoce como el diseño del futuro, ya que al utilizarlo se proporcionan diseños innovadores, añadiendo valor, reducción de peso, volumen y costo; mejorando así su funcionalidad. Las tecnologías de diseño, análisis y fabricación que existen actualmente potencian los procesos integrados entre arquitectos e ingenieros; logrando que desde la fase inicial de un proyecto se vincule la generación de formas y la evaluación de comportamientos estructurales, estableciendo una nueva metodología proyectual interdisciplinaria.

Mediante el uso de algoritmos se pueden generar formas, especialmente de orden estético, por lo que se le conoce como un sistema formal. El diseño generativo abre la posibilidad de utilizar nuevas herramientas como modelos de manufactura, la fabricación aditiva (impresión 3D), permite tener acceso a recursos de producción más eficientes. Las construcciones serán más eficientes ya que tiene un equilibrio el tipo de material, resistencia y consumo de energía generando menor desperdicio y a largo plazo menor costo en su mantenimiento.

Diseño generativo en la arquitectura

El diseño generativo inició con los arquitectos Félix Candela y Gaudí, comenzaron a romper la rigidez de la arquitectura y a utilizar formas orgánicas. Desde finales de los años sesenta se empezaron a desarrollar los primeros sistemas gráficos computarizados CAD (diseño asistido por ordenador), a partir de este invento los arquitectos se han apoyado en la informática, la inteligencia artificial y las estrategias de resolución de problemas, basados en la optimización del diseño, automatización de las tareas de diseño y generación creativa en todos los campos de diseño.

A partir de 1990 es donde se inicia a desarrollar el diseño generativo. Se crearon obras que al público le gustaron y se hicieron sinónimo de una arquitectura de vanguardia, Y no es hasta el año 2006 con el ingeniero Toyo Ito en su obra Hachiko dome; con la que se utiliza una técnica llamada scripting (o programación) para capturar la geometría creada por las computadoras y manipularla de nuevas formas, dando origen a una nueva generación en el diseño y construcción de edificios. Los principales arquitectos de esta época fueron Rem Koolhaas, Peter Eisenman y Zaha Hadid.

La obra más representativa de esta época es el centro Heydar Aliyev, el uso de la computación avanzada permitió la construcción de una estructura de forma libre ya que consiste en una estructura de concreto con fibra de vidrio y reforzado con poliéster ya que permiten plasticidad en el diseño del edificio (ArchDaily, 2013).

Figura 1. Centro Heydar Aliev. Estructura. Arquitecta: Zaha Hadid



Fuente: Coarins (2013).

Figura 2. Centro Heydar Aliev. fachada, Arquitecta: Zaha Hadid



Fuente: Coarins (2013).

La Arquitectura ya no queda en un espacio utópico, sino que las ideas desarrolladas a través de la programación y diagramas en la computadora pueden ser construidas a través de fabricación digital, además el arquitecto ya no solo piensa en construir con materiales tradicionales sino con múltiples materiales con diferentes características; ejemplo, la nanotecnología, los biomateriales ampliando con ello los aspectos formales (Ortega, 2009).

En la actualidad el concepto de sustentabilidad es un concepto que se está aplicando en muchas áreas ya que el daño ecológico es altamente visible. Por esta razón el impacto que tiene en la arquitectura ha ido evolucionando.

El diseño generativo es un proceso de creación que le permite al diseñador definir los objetivos del proyecto mediante la utilización de algoritmos, dando paso a tener mayor control de las variables lo que nos permite desarrollar obras arquitectónicas en favor a las tres esferas que abarca la sustentabilidad, una obra arquitectónica en favor de la sociedad, dando un desarrollo económico mediante la infraestructura social y cuidando el medio ambiente.

Arquitectura biomimética

A partir de la evolución de la arquitectura mediante los avances tecnológicos la arquitectura se desarrolla de forma multidisciplinaria, permite desarrollar proyectos con mayor control, precisión y con mejor funcionamiento. El diseñador es más observador lo que permite observar a detalle cómo funciona la naturaleza, lo que le permite analizar cómo sus formas tienen un funcionamiento y una razón de ser. Y a partir de este pensamiento surge el concepto Biomimética, estilo arquitectónico que combina la biología y la tecnología imitando los principios básicos de los esquemas estructurales anatómicos presentes en los seres vivos o incluso los fenómenos naturales para transformarlos en soluciones que satisfagan las necesidades humanas (Construcía, 2018).

Los métodos digitales de diseño que se utilizan tienen como objetivo generar formas mediante los principios de evolución y organización de los seres vivos desde el punto de vista de la ingeniería. (Sasaki, 2005).

Un ejemplo es el “Nature Boardwalk at Lincoln Park Zoo” (figuras 3), es un pabellón fabricado de madera que muestra la unión

de la arquitectura con el hábitat natural y las personas, es un destino popular al aire libre con un paisaje de aprendizaje para los residentes de la ciudad, su diseño está tan completo que es totalmente funcional y autosuficiente para la infraestructura de aguas pluviales de Chicago.

En conjunto, el diseño mejora la calidad del agua y la variedad de plantas para un hábitat animal mejor y más diverso. Reduce la dependencia de la infraestructura de la ciudad que envejece y crea un entorno educativo experimental al aire libre (Gang, 2015).

Figura 3. Nature Boardwalk at Lincoln Park Zoo



Fuente: Gang (2015).

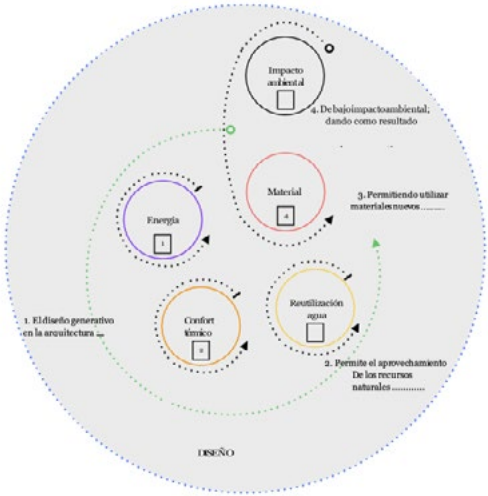
Al generar espacios optimizados, se mejora la arquitectura ya que habrá una reducción de residuos, se obtiene mayor calidad en la obra, con un mantenimiento más sencillo. Se realiza un estudio energético permitiendo el aprovechamiento de los recursos naturales y brindando un espacio más confortable al usuario.

En la naturaleza, los seres que han sobrevivido hasta hoy en día tienen una forma adaptada a las condiciones del entorno. Esta adaptación significa menos gasto de material y de energía. Todas las especies de la naturaleza no gasta más de lo necesario. Ahorro del

material y ahorro de la energía, estos son los dos conceptos básicos de la arquitectura Biomimética.

El uso del diseño generativo desde la etapa del diseño ofrece una visión temprana de la forma óptima de la estructura para la definición de una máxima resistencia con una reducción de uso de material considerable.

Figura 4. Diseño generativo sustentable en la arquitectura.



Fuente: elaboración propia

En general el diseño generativo permite al diseñador desarrollar un sistema codificado (adaptable y modificable) capaz de evaluar y dar alternativas a problemas planteados. De acuerdo con parámetros preestablecidos (sistema constructivo, orientación, adecuación al terreno, etc.). La utilización de algoritmos facilita el análisis, ajusta el espacio dentro de una nueva visión del mundo. No tiene como objetivo solo desarrollar formas complejas, sino que busca la eficiencia en el desarrollo del proyecto.

Proceso del diseño generativo

El proceso generativo consiste en crear formas geométricas a partir de datos numéricos, es decir, de parámetros. El conjunto de todos estos datos forma un algoritmo, el cual será modificado con el fin de generar infinitas soluciones para las mismas condiciones iniciales.

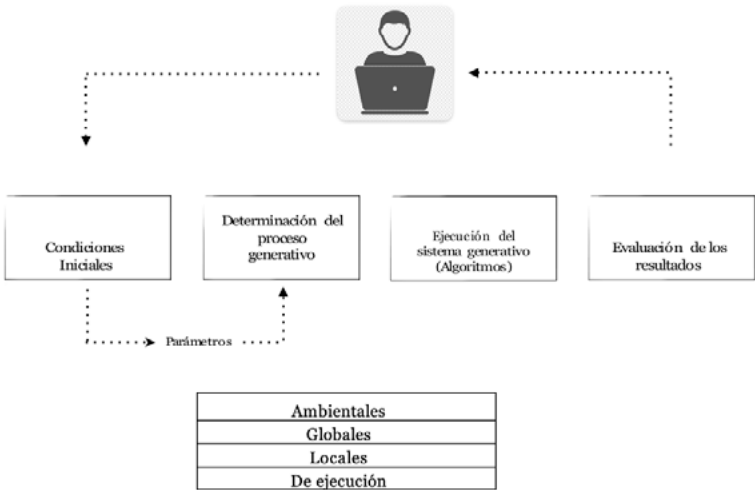
Para ello, se necesita una herramienta que sea capaz de modificar en cualquier momento los parámetros que definen el modelo y que, al mismo tiempo y de manera inmediata, muestre los efectos de estos cambios en la representación.

Actualmente existen programas que utilizan un lenguaje de programación de tipo visual (visual programming language, VPL), los elementos que compone el algoritmo se representan mediante nodos, y cada componente tiene entradas y salidas (inputs / outputs) para conectarse entre ellos e ir dando forma a la red algorítmica.

Los algoritmos son considerados una forma de inteligencia artificial definida como metaheurística. Los algoritmos heurísticos siguen un conjunto sencillo de reglas para devolver en un tiempo de cálculo mínimo una solución acertada y la más precisa posible a un problema de diseño (Fasoulaki, 2008).

El proceso del diseño generativo varía en algunos aspectos con respecto al proceso de diseño clásico; el cual parte de una idea, seguido por la definición de las reglas o parámetros iniciales, en esta parte de proceso se inicia con la formulación de los algoritmos mediante la utilización de un software de computadora. Después mediante esta programación se desarrolla la estructura genética del diseño o proyecto, que dará forma a la idea y finalmente se obtiene una solución para su aplicación en la construcción. A partir del análisis de la bibliografía sobre el diseño generativo se propone el siguiente proceso de diseño generativo:

Figuras 5. Proceso de diseño generativo.



Fuente: elaboración propia

El proceso del diseño generativo da como resultado varias soluciones modificables que evita que el diseñador tenga que volver al principio, es decir, a la idea que se aproxima más al resultado deseado se requiere modificar el conjunto de reglas o algoritmos y cambiar los diferentes parámetros, para generar una nueva solución.

Actualmente existen programas que utilizan un lenguaje de programación de tipo visual (visual programming language, VPL), los elementos que compone el algoritmo se representan mediante nodos, y cada componente tiene entradas y salidas (inputs / outputs) para conectarse entre ellos e ir dando forma a la red algorítmica.

Los algoritmos son considerados una forma de inteligencia artificial definida como metaheurística. Los algoritmos heurísticos siguen un conjunto sencillo de reglas para devolver en un tiempo de cálculo mínimo una solución acertada y los más precisa posible a un problema de diseño (Fasoulaki, 2008).

Algunas de las cualidades que nos aporta el uso del diseño generativo en la arquitectura son:

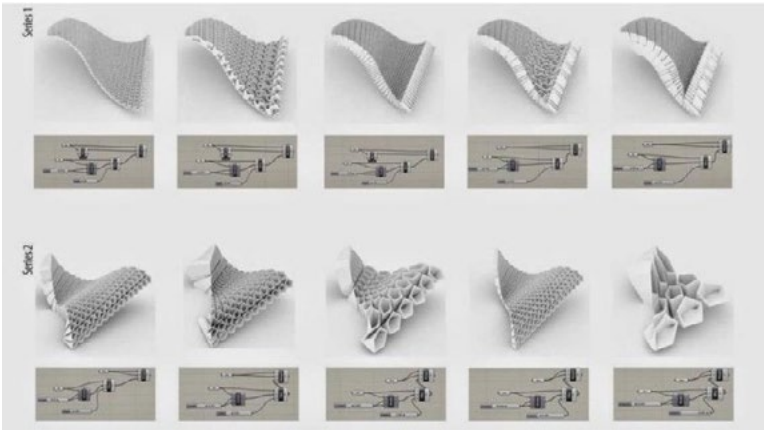
- Rapidez en la modificación del proyecto: al elaborar el diseño como un sistema interrelacionado, el cambio de un parámetro afecta y actualiza todo el modelo.
- Gestión de información a gran velocidad: la definición algorítmica del diseño y la ayuda de la computadora, hacen que el diseño pueda desarrollarse mediante una gran cantidad de datos de diversas fuentes.
- Generación y comprobación de gran cantidad de resultados: un mismo algoritmo tiene la capacidad de generar múltiples resultados con diferentes características, en función de la información de entrada.
- Análisis y evaluación de la validez de esos resultados: gracias al trabajo conjunto del diseño generativo con otros softwares (estructural, energético, ambiental, etc.) se pueden establecer parámetros que validen o no los diseños.
- Optimización de diseños: mediante la aplicación de algoritmos y procesos generativos, se puede encontrar una solución optimizada para unos factores concretos.

En base al proceso del diseño generativo las estrategias más utilizadas en la arquitectura generativa son:

- **FORM-FINDING**

La forma del edificio se determina mediante un concepto basado en la naturaleza, su objetivo es lograr diseñar la forma óptima que sea adaptable al entorno donde se desarrolla, estructura funcional y sustentable. La forma es el resultado de un estado de equilibrio estático, el funcionamiento estructural es el que define la forma. Este equilibrio se encuentra a través de estructuras colgantes invertidas, o una estructura de tela bajo pretensado. La creciente demanda energética y la sustentabilidad del edificio ya no solo es una estructura es una envolvente que funciona con el edificio, como iluminación, ventilación, etc. (Acosta, 2009).

Figura 6. Proceso Form- Finding en Arquitectura.



Fuente: Thet (2023).

• **FREE-FORM**

La forma se desarrolla por curvas que son independientes al funcionamiento estructural. El diseño se basa en el componente estético. Digitalmente se definen mediante polinomios conocidos como las curvas NURBS, estas curvas se definen mediante un grado y puntos de control (Raposo, 2021).

Figura 7. Casa impresa en 3D, WATG arquitectos, Chattanooga, TN, Estados Unidos.

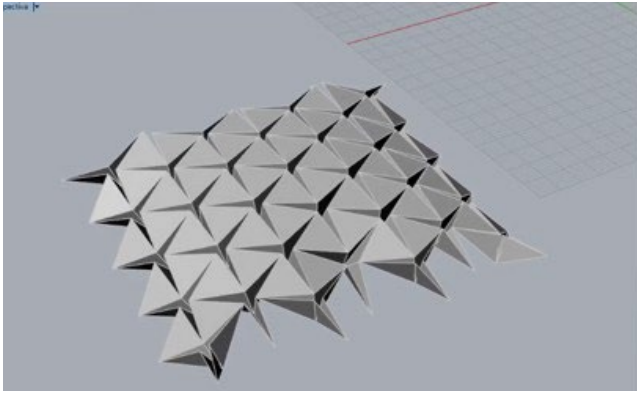


Fuente: Vilar (2016).

- **PLEGADO**

Se desarrolla mediante el concepto del origami que es el plegado de una hoja de papel para lograr figuras que representan la naturaleza. La arquitectura de formas plegadas reside en crear elementos utilizando la menor cantidad de material, desarrollado con piezas móviles y flexibles (Echeverri, 2020).

Figura 8. Ejemplo pabellón plegado.

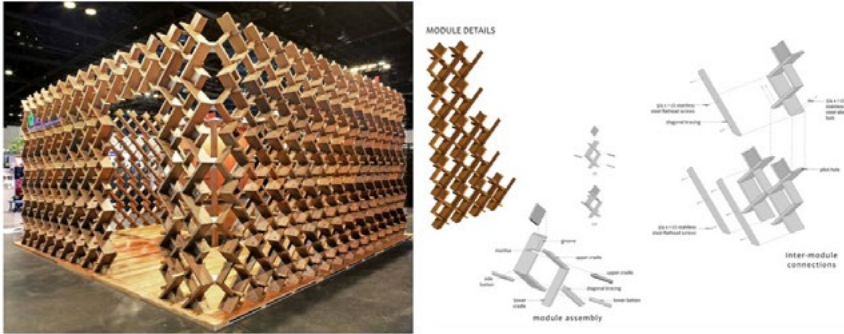


Fuente: Echeverri (2020).

- **PANELADO**

La forma del diseño se racionaliza para que la superficie esté formada por paneles con las mismas características que al unirse den lugar a una forma más compleja, pero que al estar formada por piezas iguales hace más fácil, rápida y viable su construcción (Beatriz, 2022).

Figura 9. Pabellón modular desmontable, exhibición del Consejo de Madera de Malasia, Orlando, Florida



Fuente: Thomas (2017).

El proceso del diseño generativo varía en algunos aspectos con respecto al proceso de diseño clásico; el cual parte de una idea, seguido por la definición de las reglas o parámetros iniciales, en esta parte de proceso se inicia con la formulación de los algoritmos mediante la utilización de un software de computadora. Después mediante esta programación se desarrolla la estructura genética del diseño o proyecto, que dará forma a la idea y finalmente se obtiene una solución para su aplicación en la construcción.

La parte más importante y que diferencia ambos procesos; es que en el diseño generativo se obtiene una solución modificable que evita que el diseñador tenga que volver al principio, es decir, a la idea, para generar una nueva solución. Ya que solo se requiere de modificar el conjunto de reglas o algoritmos y cambiar los diferentes parámetros.

Este trabajo de investigación nos muestra como los proyectos arquitectónicos actuales muestran únicamente el resultado final del proceso de diseño, pero no el proceso de modelado mediante el cual se ha llegado a esa representación lo cual impide su automatización. Como consecuencia de este proceso lineal cada modificación conlleva una reconstrucción de la representación. El diseño generativo permite la creación de diversos diseños adaptables a diferentes situaciones (Velasco, 2015).

Fabricación aditiva

La tecnología ha revolucionado el mundo y por lo tanto ha permitido que se desarrollen sistemas de representación más sofisticados en la arquitectura. La impresión 3D, cortadora láser, utilización de brazos robóticos han permitido la creación de nuevos sistemas constructivos.

Los avances tecnológicos han propiciado que las industrias desarrollen gran variedad de técnicas de robótica y de diseño de piezas con softwares como CAD (Computer-Aided Design o Diseño Asistido por Ordenador), o CAM (Computer-Aided Manufacturing o Fabricación Asistida por Ordenador), CNC (Computer Numerical Control o Control Numérico Computarizado) y CATIA (Computer-Aided Three dimensional Interactive Application), que han utilizado para la posterior producción de piezas (Torres, 2016).

Este tipo de industrias han revolucionado los procesos de producción mediante la Fabricación Aditiva o Rapid Manufacturing, Rapid Prototyping, Solid Freeform Fabrication Additive Manufacturing Technologies, que consisten en la producción directa de componentes por la adición de material, para formar un objeto o pieza para uso final directo a través de la utilización de softwares. El mejor ejemplo de este tipo de fabricación es la impresión 3D.

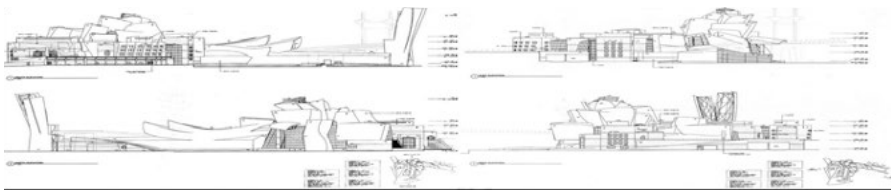
Un ejemplo muy conocido de este tipo de construcción es el Museo Guggenheim de Bilbao. Obra del arquitecto Frank O Gehry; en su obra su despacho de diseño utilizó el software CATIA, en el cual diseñó las finas placas de titanio que dieron la forma del museo.

Figura 29. Museo Guggenheim de Bilbao



Fuente: Brian (2023).

Figura 30. Planos arquitectónicos Museo Guggenheim.



Fuente: Brian (2023).

Impresión de concreto 3D

El concreto armado es y seguirá siendo el material más utilizado en la industria de la construcción, debido a las ventajas que tiene como es rentabilidad, adaptabilidad de forma y resistencia. En el área de la construcción las estructuras de concreto en México se han desarrollado de manera tradicional (utilizando encofrado, armado, curado, etc.) de manera conservadora sin alguna forma de innovación (DOMAT, 2023).

En la actualidad existe mucha información sobre el mejoramiento del concreto, la utilización de fibras, nanomateriales, aceleradores de fraguado y superplastificantes. Han mostrado mejoras en las propiedades y la calidad del concreto. La fabricación Aditiva,

concretamente la impresión algunas empresas como Contour Crafting, Concrete Printing y la empresa líder APIS COR.

La impresión 3D de concreto es una técnica constructiva que no está muy difundida, pero lo que se ha construido muestra que trae grandes beneficios como el ahorro de un 30 a 60% en los residuos, disminución de tiempo de producción de un 70% y reducción de costos de mano de obra de un 80% (Valdés, 2022).

La impresión 3D de concreto tiene las siguientes ventajas en su utilización para el desarrollo de obras arquitectónicas:

- Libertad de Diseño: diseño de formas orgánicas que permitan el desarrollo de sistemas estructurales innovadores.
- Automatización: la obra se ejecuta con mayor precisión, menor coste de mano de obra (se requiere menos volumen de trabajadores, pero se requiere mano de obra calificada)
- Sustentabilidad: reducción de residuos, se utilizan materiales innovadores y eficientes. Se ahorra hasta un 70%. Se genera menos residuo ya que se imprime sólo lo necesario, en cuanto a la plomería y electricidad ya son modelos prefabricados (Martín, 2017).
- Menos refuerzo: se requiere de menor cantidad de acero.
- Diseño eficiente: se reduce la cantidad de material requerida ya que en el diseño se aplica topología optimizada que permite soluciones de diseño.
- Permite utilizar nuevos materiales.
- Velocidad: la obra se ejecuta en menor tiempo

Figura 10. Impresora 3D de concreto.



Fuente: Apiscor (2024).

Conclusiones

El diseño generativo sustentable al aplicarse en la arquitectura conlleva al desarrollo de un proceso multidisciplinario el cual requiere de una selección de materiales de bajo impacto, tener funciones en el diseño en beneficio de la sustentabilidad como captación de agua, captación de energía solar, confort térmico y utilizar un sistema constructivo mediante la fabricación aditiva. Y todos estos aspectos se cubren en los parámetros que definen el algoritmo del diseño generativo.

Las principales ventajas que da este tipo de diseño a la sustentabilidad son:

- Libertad geométrica del diseño, con pocas restricciones espaciales.
- Rapidez, automatización y optimización del proceso.
- Independencia de la mano de obra humana durante la ejecución.

- Se reducen los costos y riesgos laborales.
- Diseño innovador disruptivo
- No se utilizan moldes encofrados, lo que permite que se reduzca el material y costos

El diseño generativo en la sustentabilidad permite la innovación; desarrollo de nuevos sistemas constructivos y la utilización de materiales innovadores, abriendo paso un nuevo lenguaje visual en el diseño arquitectónico. El uso del diseño generativo desde la etapa del diseño ofrece una visión temprana de la forma óptima de la estructura para la definición de una máxima resistencia con una reducción de masa considerable donde a partir de una forma básica se definen las condiciones reales.

En general el diseño generativo permite al diseñador desarrollar un sistema codificado (adaptable y modificable) capaz de evaluar y dar alternativas a problemas planteados. De acuerdo con parámetros preestablecidos (sistema constructivo, orientación, adecuación al terreno, etc.). La utilización de algoritmos facilita el análisis, ajusta el espacio dentro de una nueva visión del mundo. No tiene como objetivo solo desarrollar formas complejas, sino que busca la eficiencia en el desarrollo del proyecto.

Referencias

- Acosta, D. (2009). Arquitectura y construcción sostenibles: Conceptos, problemas y estrategias. *DEARQ - Revista de Arquitectura*, (4), 14-23.
- Apis-cor. (2024). *Construction with robotic precision*. <https://apis-cor.com>
- Arteaga, J. (2021). *Construcción, un potencial multiplicador de empleos en México*. Forbes México. <https://n9.cl/q91io9>
- Beatriz, D. R. (2022). *El planteamiento sistémico del proceso constructivo*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Coarins. (2022). *Análisis del Centro Cultural Haydar Aliyev*. <https://n9.cl/d5og2>
- Construcía. (2018). *Arquitectura biónica, de la naturaleza a la edificación*. <https://n9.cl/db9s6g>
- DOMAT. (2023). *¿Qué es el concreto y por qué es esencial en la construcción?* <https://n9.cl/73c9n>
- Echeverri, P. (2020, noviembre). *Arquitectura de formas plegadas en las estructuras modernas*. <https://n9.cl/x7ihu>
- Fasoulaki, E. (2008). *Integrated design: Generative multi-performative design approach*. MIT Libraries.
- Gang, S. (2015). *Nature Boardwalk at Lincoln park Zoo*. Studio Gang Design. <https://studiogang.com/studio/advocacy>
- Gruss, B. N. (2017). *Mercados emergentes y economías en desarrollo*. IMF Blog. <https://n9.cl/d2ao7>
- Hernández, M. S. (2015). *Vida útil en el diseño sustentable de edificios, Teoría y práctica*. Trillas.
- Martín, J. (2017). *Fantasía o realidad, la construcción a través de la impresión 3D* [Tesis de grado, Universidad Politécnica de Madrid].
- Ortega, L. (2009). El ordenador en el estudio del diseño. En *En la digitalización toma el mando* (pp. 121-122). Editorial GG.
- Raposo, J. (2021). *Diseño generativo, algoritmos como método de diseño* [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Madrid].
- Sasaki, M. (2005). *Flux Structure*. TotoShuppan.
- Thet, H. (2023). *The introductory guide to form-finding in architecture: Getting the best building form with technology*. Novatr. <https://n9.cl/q6ipy>

- Thomas. (2017). *Pabellón desmontable evidencia resistencia y adaptabilidad de la madera*. ArchDaily. <https://n9.cl/cj73q>
- Vilar, I. (2016). *WATG presenta su diseño de casa impresa en 3D*. ArchDaily. <https://n9.cl/ps3zh>
- Villas, B. (1995). *Sustainable development and the advanced materials*. Johnson Editor.

Generative Design Applied to Architecture and its Contribution to Sustainability Design Generativo Aplicado à Arquitetura e sua Contribuição para a Sustentabilidade

Sara Cristina Solache de la Torre

Universidad Autónoma del Estado de México | Toluca | México

<https://orcid.org/0000-0003-4833-6892>

scsolache@gmail.com

Arquitecta egresada del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Tiene una Maestría y Doctorado en Diseño de la Universidad Autónoma del Estado de México. Sus áreas de investigación son la tecnología de la construcción, materiales, sustentabilidad, diseño generativo y diseño biomimético.

Juan Carlos Arteaga Arcos

Universidad Autónoma del Estado de México | Toluca | México

<https://orcid.org/0000-0003-0689-4239>

jcarteaga_mx@yahoo.com.mx

Profesor de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma del Estado de México desde 2011. Su área de especialidad es ciencias de materiales y análisis estructural. Actualmente está enfocado en el desarrollo de materiales de construcción sustentables, biomateriales e innovación tecnológica.

David Joaquín Delgado Hernández

Universidad Autónoma del Estado de México | Toluca | México

<https://orcid.org/0000-0001-9752-7367>

delgadoh01@yahoo.com

Tiene un doctorado en ingeniería de la Universidad de Birmingham, Inglaterra. Es autor de cuatro libros y más de 100 artículos técnicos, y ha liderado diez proyectos de investigación científica en ingeniería. Ha trabajado para la Comisión Federal de Electricidad, una empresa mexicana que genera electricidad. Actualmente es profesor asociado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México.

Abstract

Currently, architectural and civil construction generates the greatest environmental impact, but it is also essential for economic development. Therefore, construction and design systems require modifications to minimize ecological damage. The objective of this paper is to identify the main advantages that the implementation of generative architectural spaces offers to sustainable design. Using a historical-comparative methodology, the construction systems used in construction were analyzed and compared with generative projects developed in the same context. The results obtained identify the advantages of using generative design in architecture, as it allows for the use of innovative materials with a lower environmental impact, generates less waste, allows for faster construction, and allows for the development of new construction systems through the use of additive digital manufacturing.

Keywords: generative design; sustainability; additive manufacturing; 3D printing; biomimicry.

Resumo

Atualmente, a construção civil e arquitetônica é a atividade que gera o maior impacto ambiental, mas também é necessária para o desenvolvimento econômico. Por esta razão, os sistemas construtivos e de design requerem modificações para minimizar os danos ambientais. O objetivo deste escrito é a identificação das principais vantagens que a implementação de espaços arquitetônicos ge-

nerativos traz para o design sustentável. Por meio da utilização da metodologia histórico-comparativa, foram analisados os sistemas construtivos utilizados na construção e comparados com obras generativas desenvolvidas no mesmo contexto. Os resultados obtidos são a identificação das vantagens da utilização do design generativo na arquitetura, uma vez que permite a utilização de materiais inovadores e de menor impacto ambiental, gera menos desperdício, as obras são executadas com maior velocidade e permite gerar novos sistemas construtivos com o uso da fabricação digital aditiva.

Palavras-chave: Design generativo; sustentabilidade; fabricação aditiva; impressão 3D; biomimética.