



¿HASTA QUÉ PUNTO LOS ALGORITMOS PUEDEN MODELAR LOS ESPACIOS Y OBJETOS PROYECTADOS POR EL HOMBRE?

**CARNICERO, Andrea; FORNARI, Gustavo Leonardo, ANIDO,
José Germán; FERREIROA, Silvina Alejandra**

andrea.carnicero@gmail.com, gustavo.fornari@gmail.com

Laboratorio SisEdLab, FAU UNLP

Resumen

Cuando comenzamos esta investigación nuestra primera pregunta fue: ¿Hasta qué punto los algoritmos pueden modelar los espacios y objetos proyectados por el hombre? A partir de este interrogante inicial comenzamos a recorrer diferentes caminos, desde la mirada del pensamiento computacional, que se basaban en la generación de imágenes producidas por iteraciones automáticas haciendo que la máquina realice millones de posibilidades en un muy corto tiempo utilizando aplicaciones digitales y generando un sinnúmero de soluciones. La generación geométrica de este tipo de imágenes es muy interesante. Se establecen inicialmente protocolos en el sistema a partir de algoritmos de generación geométrica y se desarrolla una operatoria para que el sistema comience a iterar. El programa aprende por cada iteración hasta encontrar la solución óptima, de la forma más económica y efectiva, a través de dichos procesos de iteración. Esto se denomina software robot ya que logra automatizar procesos y aprender por cada iteración. Son desarrollos simples de lo que se denomina Inteligencia artificial, básicamente significa hacer que la máquina repita constantemente un proceso hasta que entienda ese proceso y descubra la mejor manera de resolverlo.



Nuestro paso posterior fue comenzar a comprender cómo dichas soluciones comienzan a ser utilizadas en arquitectura. Ejemplos como el Edificio Bloomberg en Londres del año 2017 diseñado por el estudio del arquitecto Norman Foster o la Torre Al Bahar en Abu Dhabi del año 2009-2012 del estudio de arquitectura Aedas Arquitectos, son algunos de los casos de arquitectura que utiliza intensos cálculos matemáticos y físicos y modelado computacional generativo a través del uso de procesadores de algoritmos gráficos y codificación en sus proyectos.

En definitiva la idea de este trabajo es presentar cómo imágenes generadas automáticamente a través de patrones geométricos específicos se pueden materializar para dar respuestas a determinadas condicionantes específicas. Generar geometría basada en requerimientos y funciones arquitectónicas optimizadas.

Palabras clave

Materialidad de la imagen, Imagen digital, Conocimiento y generación de imágenes, Imágenes algorítmicas, Imágenes generativas

Introducción

Desde hace algunos años nos encontramos trabajando en la elaboración de estrategias que involucran la exploración de herramientas de software específicas que posibilitan el uso de código y programación para ahondar en la exploración proyectual.

El trabajo que presentamos en este encuentro y que hace referencia a la indagación sobre el diseño computacional, parte de la interacción con el equipo de investigadores del Laboratorio SisEdLab de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNLP.

El trabajo que se origina con la investigación sobre los procesos que involucra la producción arquitectónica en relación con la tecnología digital como sistema complejo, paradójico, sin unicidad en muchos casos, ni prolijidad en su definición, fue decantando en experimentos de diseño y estética donde se entrecruzaban conceptos artísticos, matemáticos, físicos y tecnológicos. El presente trabajo pretende ser la continuación de un amplio proyecto de



exploración, promoción y reflexión que se sustenta en el poder transformador de la interacción de la arquitectura con la ciencia y la tecnología.

Desarrollo

A riesgo de simplificar, podemos afirmar que, desde la eclosión de la digitalización, la disciplina se ha bifurcado en tres vías:

-Diseño clásico: lo podemos denominar como diseño de estilo o de firma en la que el yo del autor es el argumento fundamental de validación del proyecto.

-*Design thinking*: se centra más en aportar soluciones a las necesidades del usuario y va más allá del producto individual.

-Diseño computacional: corresponden a metodologías mediadas por una computadora o por algún tipo de proceso de datos.

Según Jordan Brandt, asesor tecnológico en Autodesk, “mientras el diseño “clásico” o “explícito” consiste en dibujar una idea que el diseñador tiene en la cabeza, el diseño computacional consiste en indicar al ordenador los objetivos del diseño y dejar que el programa cree numerosas opciones, entre las cuales se escogerán las mejores para crear nuevas opciones hasta llegar al prototipo definitivo”. Como señalan Eiben y Smith, los algoritmos no tienen ideas preconcebidas sobre el diseño que deben realizar, no se dejan llevar por cuestiones estéticas o ejemplos de grandes diseños del pasado, que sí son factores de peso en la mente de un diseñador. Aunque el diseñador participe en la selección y refinamiento del prototipo final, lo hace ya con formas que posiblemente no habría imaginado.

En este trabajo nos vamos a centrar en el último grupo y dentro de éste, en la digitalización como proceso instrumental de optimización, como un proceso de modelado basado en estándares predeterminados de tipo productivo, de gestión, de racionalidad, estándares económicos, energéticos, entre otros. Por lo tanto exploraremos tendencias signadas por rigurosas construcciones geométricas como producto de la utilización de sistemas tecnológicos y científicos cuyas búsquedas principales están relacionadas con la racionalidad constructiva, la reducción de costos, la optimización de recursos, la exploración morfológica, e involucra también las nociones de flexibilidad y crecimiento.

En los años 50 se desarrolló la Teoría General de Sistemas, una teoría que viene de las ciencias biológicas y que rápidamente influencia a todos los modos de hacer y generar conocimiento. Como era de prever también llega a la arquitectura revolucionando la forma arquitectónica que, como forma, deja de tener la idea de forma consumada, porque no existe la idea de una forma acabada sino que se comienza a dar importancia al concepto de sistema, que con sus leyes de generación y crecimiento, van a determinar una forma que en



principio puede ser hasta desconocida por el proyectista. Alberto Varas describe este tipo de inicios de la siguiente manera:

Yo creo que la teoría de sistemas si bien sirvió de alguna manera para mirar cómo se producían los proyectos también estaba abriendo la disciplina a una visión mucho más general. Al dividir las partes de la arquitectura según una cierta funcionalidad específica de cada una de las partes, las partes de funcionamiento específico estaban unidas a su vez por otras partes, eso en definitiva lo que estaba conformando era un sistema de barras de conexión y muros, que era una visión física de la teoría de sistemas. Los sistemas se los concebía de esa manera, nodos y elementos de unión que iban conformando redes, árboles o no árboles, o sistemas más complejos, pero que es lo que terminaba dando, una arquitectura totalmente imprevista. Los edificios empezaban a desintegrarse en sus partes y comenzaban a generar una estética completamente distinta que la estética modernista. Una estética modernista era una estética de objetos, que es lo primero que nos habían enseñado en la facultad, el objeto arquitectónico completo, y nosotros en realidad cuando empezamos a proyectar de esa manera en realidad no veíamos un objeto terminado, veíamos relaciones entre partes. En realidad habíamos entrado en un mundo mucho más abstracto, de relaciones entre las partes de la arquitectura.

Lo que caracteriza a estos sistemas es su estructura lógica, sus propios patrones de comportamiento y dentro de esa lógica existen características como son el dinamismo, la flexibilidad, el crecimiento, la mutación, incluso la idea de caducidad, entendida como caducidad tecnológica, que hacen que estos proyectos, estas obras de arquitectura, tengan de alguna manera, por asimilarlo a las ciencias biológicas, vida propia. El diseñador plantea las leyes de funcionamiento y evolución del sistema, y es el propio sistema, de acuerdo a las demandas del entorno (dentro del cual aparece la figura del usuario de la obra de arquitectura), es el que va a determinar cómo la obra de arquitectura se va a desarrollar dentro de esas lógicas. Como lo expresa Bárbara Berson en su artículo *El aporte de lo digital* "con la aparición de la era digital podemos medir infinidad de parámetros de los espacios que habitamos. Tenemos al alcance millones de datos en nuestras computadoras y a través de programas informáticos podríamos saber cómo reaccionan nuestros edificios, ciudades y regiones frente a nuevas condiciones. Lo digital ha traído consigo modificaciones en la cadena de producción, la comunicación y la cultura visual, generando grandes transformaciones en lo cotidiano".

Como evolución de estas ideas más los avances informáticos, en los años 60 y 70, se desarrolla lo que se terminó de definir como computación evolutiva, que consiste en aplicar los principios de la evolución natural a la resolución de problemas favoreciéndose con el desarrollo de las primeras computadoras.



De manera simplificada podemos hablar hoy de dos grandes tipos de agrupaciones. Por un lado los “Sistemas de aprendizaje artificial”. Son sistemas que pueden detectar, dentro de un determinado contexto, patrones y en particular anomalías, lo cual los hace muy efectivos en aplicaciones de diseño que buscan, por ejemplo, la optimización. Por el otro, los “Sistemas generativos”. Son sistemas que están relacionados con el uso de algoritmos evolutivos permite generar rápidamente un amplio espectro de soluciones posibles para un problema.

Los sistemas de aprendizaje artificial están relacionados con lo que se denomina Inteligencia artificial. Una de las ramas de la inteligencia artificial es el *Machine Learning*. Esta metodología se centra en que los sistemas sean capaces de generalizar comportamientos a partir de una serie de ejemplos. El sistema “aprende” a partir de una gran cantidad de datos incorporados. En los últimos años, a partir de los avances científicos y tecnológicos, se han superados muchas de las limitaciones de estas metodologías y, por lo tanto, mejoras en aplicaciones de automatización de procesos, respuestas e interacción con nuestro entorno físico inmediato.

En los sistemas generativos tan sólo hay que determinar los parámetros del problema y el nivel de adecuación de las soluciones que nos ofrece el programa. Se determinan los parámetros iniciales a resolver y se delimitan los niveles de alcances del sistema. El empleo de este tipo de sistemas a través del uso de algoritmos generativos, permite generar rápidamente un amplio repertorio de soluciones posibles para una determinada situación.

Ya sea en un sistema o en el otro, queda implícita la idea de incorporar herramientas que, hasta cierto punto, tomen el control. Esto nos exige tener una óptica abierta acerca del proceso de diseño y estar dispuestos de perder, en cierta medida, la predicibilidad del resultado.

Según el artículo “*Machine learning para diseñadores*” de la Cátedra Telefónica-UOC en Diseño y Creación Multimedia, los Sistemas de aprendizaje artificial emplean tres tipos de aprendizaje:

- Aprendizaje supervisado: emplea datos previamente etiquetados para realizar predicciones acerca de nuevos datos según se introduzcan. Por ejemplo, a partir de miles de fotos etiquetadas con hashtags, el programa puede determinar qué hashtags corresponderían a una nueva foto.
- Aprendizaje no supervisado: se basa en facilitar un gran volumen de datos sin etiquetar y dejar que el ordenador identifique patrones y haga predicciones basándose en dichos patrones.



- Aprendizaje por refuerzo: que no emplea un conjunto previo de datos, sino que crea un agente que recopila datos en un determinado entorno, persiguiendo un determinado “premio” que supone un refuerzo positivo.

Es importante conocer los diferentes tipos de aprendizajes automáticos para para entender mejor cómo emplear las herramientas de *Machine Learning*.

Según Eiben y Smith los algoritmos evolutivos o generativos se emplean de forma cada vez más extendida, puesto que presentan una serie de ventajas:

- Los algoritmos no suponen ideas preconcebidas acerca del problema.
- Son flexibles, puesto que se pueden combinar con otros métodos.
- Son robustos y adaptables a cambios.
- No se centran en una única solución y permiten tomar decisiones una vez se hacen patentes qué opciones son posibles.
- Pueden producir soluciones inesperadas pero efectivas.

Ahora bien, según Marcelo Spina "Si un proyecto es solamente digital, significa que aún no ha entrado en relación con otros, sea con un material, con una imagen, con un contexto o con una estética amplia, o que no ha sido aún corrompido o silenciado –es decir, quebrado– con suficiente eficacia a través de otros medios, de modo de ocultar cualquier relación directa con su constitución original. Este acto de quebrar y silenciar involucra un abordaje dialéctico". Para resolver esto la impresión 3D y los sistemas de producción robóticos han permitido dar el salto del software al hardware. A partir de estas metodologías más cercanas a la colaboración con la máquina que a su uso como mera herramienta, el proceso de diseño y producción podría transformarse en uno de selección y reproducción según Eiben y Smith.

Creemos que la programación creativa es ya fundamental en cualquier disciplina vinculada con el diseño. Como afirma Maeda, es esencial para los diseñadores ser capaces de entender lo que pueden hacer estas herramientas, a fin de poder trabajar con los programadores en sus posibles aplicaciones. Para Maeda “el diseño computacional define el futuro del diseño y requiere un/a diseñador/a que entienda los lenguajes de programación, sepa reflexionar de forma crítica sobre la tecnología y sea capaz de aprender acerca de los nuevos desarrollos tecnológicos.”



Bibliografía

Eiben, A. E.; Smith, J. (2005). From evolutionary computation to the evolution of things. *Nature*, Vol. 521, 476–482.

Maeda J., *Leyes de la Simplicidad, diseño, tecnología, negocios y vida*. Gedisa Editorial. Primera edición año 2006.

Retsin, G. (2019) *Discrete: Reappraising the Digital in Architecture*. *Architectural Design*. Italia

Rhodes, M. (2015). *The Bizarre, Bony-Looking Future of Algorithmic Design*. *Wired*.

Spina, M.; Khourian, S.: *Después de Yokohama. La explosión diagramática*. Universidad Torcuato Di Tella.

Zapata-Ros, M. y Pérez-Paredes, P. (2018). *El pensamiento computacional, análisis de una competencia clave*. Createspace Independent Publishing Platform.