



Historia, Ciencia y Arquitectura, Base para la Transición hacia un Nuevo Paradigma Arquitectónico

History, Science and Architecture, Basis for the Transition to a New Architectural Paradigm

Laura Edith Garibaldi Durán*

Resumen

La vinculación de la Arquitectura con la Ciencia y otras disciplinas es algo lejano en el tiempo. En el primer postulado teórico conocido, Vitruvio escribió acerca de la importancia de que el arquitecto tuviera un amplio conocimiento de las antes mencionadas para llegar al dominio de la Arquitectura. Sin embargo, es importante precisar que el hecho obedece a su Naturaleza, pues el pensamiento interrelacionado es algo reciente.

El pensamiento sistémico que impera en la actualidad es propicio para desarrollar análisis que favorezcan aquello que, históricamente, le ha sido conferido a los arquitectos. La evolución del pensamiento permite establecer conexiones entre cosas o acontecimientos que parecieran distantes entre sí. Por ello, el presente documento interconecta tres momentos tem-

* Doctorante en el Centro de Investigación en Arquitectura y Diseño. Afiliación: Universidad Autónoma del Estado de México. Maestra en Diseño y Arquitecta.
Mail: lgaribaldid_001@alumno.uaemex.mx

Fecha de recepción: mayo 2024
Fecha de aceptación: mayo 2024
Versión final: junio 2024
Fecha de publicación: julio 2024

porales cuya única coincidencia aparente es la ruptura de un paradigma y el inicio de una etapa distinguida por la palabra “modernidad” con la problemática medioambiental.

Palabras clave: Historia, Ciencia, Arquitectura, modernidad, Época Moderna, Ciencia Moderna, Arquitectura Moderna, Paradigmas, Problemática medioambiental.

Abstract

The link between Architecture and Science and other disciplines is something distant in time. In the first known theoretical postulate, Vitruvius wrote about the importance of the architect having a broad knowledge of the to reach the domain of Architecture. However, it is important to specify that the fact obeys its Nature, since interrelated thinking is something recent.

The The systems thinking that prevails today is conducive to developing analyses that favor what has historically been conferred on architects. The evolution of thought makes it possible to establish connections between things or events that seem distant from each other. For this reason, this document interconnects three temporal moments whose only apparent coincidence is the rupture of a paradigm and the beginning of a stage distinguished by the word “modernity” with the environmental problem.

Keywords: History, Science, Architecture, modernity, Modern Era, Modern Science, Modern Architecture, Paradigms, Environmental Problem.

Introducción

El término *modernidad* se ha utilizado en distintos ámbitos, se habla de ella en la Historia, en la Ciencia y también en la Arquitectura. En las tres, su empleo representa un parteaguas en el trascender de cada una. Representa cambios paradigmáticos que, sin duda, condujeron los hechos históricos por un nuevo camino. En el primer caso, se transitó del geocentrismo al

heliocentrismo (Guerrero, 2004); en el segundo, de la Filosofía Natural a la Filosofía Experimental (Shapin, 1991) y; en el último, de la unidad a la separación de la estructura y la envolvente (Asturias, *et. al.* 2008, p. 10).

Es pertinente puntualizar que estas profundas transformaciones deben su existencia a los avances científicos, tecnológicos y sociales que, de manera no sólo conjunta sino simultánea, constituyeron el contexto adecuado para ello. Ahora bien, aunque las tres distan en tiempo, es posible establecer vinculaciones entre ellas. El pensamiento heliocéntrico influyó en la transición hacia la experimentación, de la misma manera que la última lo hizo en la separación de la estructura y la envolvente.

El heliocentrismo permite suponer que a partir de él pudo concebirse que la realidad no siempre corresponde a lo observable. Por tal motivo, la Ciencia, que históricamente se había basado en la observación, no solo avanzó hacia la experimentación como la forma adecuada de producir conocimiento, sino que lo hizo desde la consideración de su falibilidad[1]. La comprobación del geocentrismo como un paradigma errado abrió dicha posibilidad.

Por su parte, la experimentación tuvo una gran influencia en el cambio paradigmático de la Arquitectura. La implementación del acero, insumo de otra industria (González-Hernández, *et. al.* 2021 p. 45), a la construcción es el resultado de un proceso experimental. El conocimiento de las cualidades técnicas del material permitió formular la hipótesis de que serviría como elemento estructural en la construcción de edificios. Ahora bien, al comprobarse su viabilidad, se tuvo como resultado que el material solamente tenía una función de soporte, por lo que fue necesario pensar en la incurción del concreto y el vidrio para la construcción de la envolvente.

La trascendencia de lo antes mencionado va más allá de lo constructivo. No sólo se separó la estructura de la envolvente, sino que se separó la función de la forma. En este sentido, la discusión sobre el predominio de una sobre la otra puso de manifiesto la subjetividad de la Arquitectura. A partir de este momento, con la *modernidad* como parteaguas se inicia una nueva historia, que sobre la base de materiales industriales, no solo gesta la problemática medioambiental que tenemos en la actualidad, sino que devela el protagonismo de la tecnología.

[1] En su libro *¿Qué es esa cosa llamada Ciencia?* Charmes (2000) considera la Ciencia como algo falible.

Arquitectura, antes del protagonismo tecnológico

Para hablar en retrospectiva del protagonismo tecnológico, es necesario ubicar el inicio de la Edad Moderna, de la Ciencia Moderna y de la Arquitectura Moderna dentro de un contexto histórico. La primera coincide con El Renacimiento; la segunda, con la Ilustración y; la tercera, con la Revolución Industrial, particularmente con la Segunda. Es preciso puntualizar al respecto, que mientras los dos primeros acontecimientos aluden a Movimientos, es decir, a transformaciones suscitadas en un periodo de tiempo; el último refiere un proceso, que implica estar en transición.

En el cierre del apartado introductorio, se mencionó la develación de la tecnología como protagonista de la Arquitectura. Efectivamente de eso se trató, de la manifestación de algo que no solo había estado presente a lo largo de su historia, sino que ha sido el agente de su evolución. En este sentido, es preciso entender que los sistemas constructivos en sí mismos son una síntesis de ella. La transmisión de las cargas, con arquivates[2]; su distribución, mediante el arco de medio punto[3]; su conducción, a través de nervaduras[4]; su adecuación, gracias a las pechinas[5] y la disrupción, con ayuda de la separación estructural[6], lo validan.

Los primeros cuatro, se centraron en la aplicación de los conocimientos de la Física, la Geometría y la Aritmética. De ello, se desprendió que los elementos del sistema constructivo permitieran librar claros cada vez más grandes, construir edificios de mayor escala, con una complejidad formal cada vez más significativa. Por su parte, la disrupción de las cargas, vinculada al uso de nuevos materiales como resultado de la experimentación, mantiene una estrecha relación con la tecnología a través de la evolución de los artefactos.

Los modelos renacentistas, sin duda, fueron una importante fuente de conocimiento, el estudio de proporciones, correspondencias y exactitudes permeó en distintos ámbitos. En el caso específico de la Arquitectura, el postulado teórico destacable de la época promueve su desarrollo a través

[2] Arquitectura Griega

[3] Arquitectura Romana

[4] Arquitectura Gótica

[5] Arquitectura Renacentista

[6] Plantas libres, Arquitectura Moderna

de los conceptos *lineamenta* y *materia*[7]. El primer concepto apunta a un proceso de definición de todas las características del edificio que posteriormente serán construidas, bajo el segundo concepto. Esto implica un estudio minucioso de modelos a escala. En esto se fundamenta que la Arquitectura sea entendida como el resultado de un proceso de diseño y construcción.

La representación gráfica de los modelos se convirtió en una práctica común, a la que seguramente, años más tarde, Robert Boyle no fue ajeno. Este, mediante el desarrollo de un artefacto encontró de manera experimental que el cambio de presión en un gas produce uno en su volumen. No sólo fue el hallazgo lo que influyó en el momento histórico siguiente, que es el que vincula otro artefacto con la Arquitectura, sino su extensión a muchos. Con la difusión de su experimentación, sentó las bases de la Filosofía Experimental cómo el medio para producir conocimiento (Shapin, 1991).

Para lograr lo anterior, fue necesaria la implementación de tres tipos de tecnología: una material, una literaria y una social. En la material, se detalló el modelo de la bomba de aire; en la literaria, se describió el procedimiento para llevar a cabo el experimento; finalmente, la tecnología social, basada en las anteriores, permitía replicar el proceso a otros científicos, quienes, al hacerlo, podían avalar los resultados. Lo último hizo que el hallazgo tuviera un mayor impacto, ya que no se trató solo de lo que dijo Boyle, sino también aquellos que se convirtieron en testigos virtuales. Con ello, surgió la idea de la comunidad científica.

Resulta imposible no asociar lo anterior con la tecnología de la máquina de vapor de James Watt, pues en ella se aprovechaba la energía de la expansión del agua caliente (Wisniak, 2007, p. 323), es decir, el principio de la expansión de gas descubierta por Boyle. Ésta se perfeccionó hasta que fue posible emplear un condensador independiente, con lo que se aumentaría enormemente su eficiencia. Esta tecnología tuvo aplicación principalmente en trenes y barcos de vapor, en los que el acero constituyó un insumo insustituible. Ahora bien, del uso en las industrias mencionadas, surgió la hipótesis que sugería la viabilidad del material para el desarrollo de construcciones.

[7] Solís y Cortes (2022, p. 190) sostienen lo siguiente: “(Alberti) determinó que el edificio es un cuerpo (*corpus*) compuesto de *lineamenta* y *materia*, donde *lineamenta* es producto del ingenio y de la mente y, la *materia*, de la naturaleza”.

La experimentación como base de la Ciencia no solo permitió el avance técnico, sino que también influyó en un factor de índole social que indirectamente se relaciona con la Arquitectura, el incremento poblacional. La expectativa de vida es algo que ha cambiado a lo largo del tiempo, la proliferación de enfermedades que era uno de los problemas que limitaba el crecimiento, encontró un gran auxilio en los trabajos de laboratorio de Pasteur. Mediante el análisis en una escala mayor que permitió que los resultados fueran llevados nuevamente a la escala real, se obtuvo uno de los mayores avances en términos de salud, la inoculación (Latour, 1983, p. 5).

Ahora bien, con el incremento en la expectativa de vida, con un número de decesos reducido, empezó un crecimiento acelerado del número de habitantes, de manera que la duplicidad de la cantidad, desde ese momento a la fecha se ha producido en periodos de tiempo cada vez más cortos[8]. Es así, como en un escenario que incubó el fenómeno exponencial del crecimiento poblacional, con una tecnología que representó la posibilidad de romper un paradigma constructivo, con materiales producidos de forma industrial, inició la Época Moderna en Arquitectura, la del protagonismo tecnológico.

Arquitectura, después del protagonismo tecnológico

Ahora, para hablar en prospectiva del protagonismo de la tecnología en la Arquitectura (Norberg-Shulz, 2009, p. 24) hay que situarse históricamente, como ya se mencionó, en la Segunda Revolución Industrial. La automatización (González et. al., 2021, p. 47) en las líneas de producción permitió que los nuevos materiales, concreto, acero y vidrio, se fabricaran en serie y, en el caso de los últimos, con dimensiones estandarizadas. Aunado a lo anterior, la practicidad de su ensamblaje derivó en una de las ideas que marcaron la Arquitectura de la época, la modulación[9].

[8] Los 1000 millones de personas estimadas para 1800, se duplicaron cien años más tarde, sin embargo, los 2000 millones considerados para 1900, se volvieron a duplicar en un periodo de setenta y cinco años (Servi, 1994)

[9] La incorporación del hierro en la construcción en el Palacio de Cristal (1851), se lograron grandes resultados: la modulación de los materiales, el primer proceso de prefabricación, un ensamblado rápido y el vidrio como material de construcción envolvente (Toca, 2013).

La modulación dio a la Arquitectura una cualidad que no había tenido anteriormente, velocidad en el proceso constructivo. Los alardes técnicos se convirtieron en el eje medular de la producción arquitectónica. *Los 5 Puntos de la Arquitectura Moderna* de Le Corbusier -pilotes, planta libre, fachada libre, ventana longitudinal y la terraza- jardín- son prueba de ello. Son la evidencia clara del nuevo paradigma constructivo, estructura y envolvente trabajan de manera independiente.

Los pilotes permitieron elevar la construcción habitable al primer nivel, para dejar la planta baja para los automóviles. La planta libre se traduce como la ausencia de muros, pues desde entonces no siempre son necesarios para la transmisión de cargas como en la antigüedad. Destacan la fachada libre y la ventana longitudinal[10], pues representaron la síntesis del nuevo paradigma, para ambos, es necesario remeter la estructura, es decir, separarla de la envolvente. Finalmente, la terraza-jardín, que consistía en regresar a la naturaleza la superficie de desplante del edificio (Asturias *et. al.* 2008, p.10).

Entre los cambios que trajo la Arquitectura Moderna se encuentra su perspectiva social. Derivado de la necesidad de proveer de vivienda a las personas que se desplazaron y concentraron alrededor de las fábricas en busca de oportunidades laborales, la producción arquitectónica se localizó en la periferia, de manera que contribuyó con la expansión de las ciudades. En este sentido, es destacable la idea de conciencia ambiental, pues se tenía claro que no sólo al emplear nuevos materiales, sino, también, al incrementar la cantidad de construcciones[11], se afectaría al medio.

La Arquitectura Moderna tenía principios teóricos que, de haber seguido, podrían haber mitigado la problemática medioambiental de la actualidad. El obstáculo fue que, como se anticipó, la tecnología ha marcado el ritmo y conforme avanzó, dejó sin efecto algunos de ellos. El crecimiento económico provocado por la industria, así como la tecnología que pasó de la automatización de los procesos a la sistematización mediante el uso de computadoras (González *et. al.*, 2021, p. 47), hizo que un problema como el incremento poblacional ya no fuera resuelto extendiendo las ciudades, sino haciéndolas crecer hacia la vertical.

[11] La población estimada para 1900 era de 2000 millones de personas (Servi, 1994).

Si bien es cierto que los primeros rascacielos se construyeron en la Época Moderna, fue en la Posmoderna[12], con el avance de los elevadores que encontró su plenitud. La posmodernidad ya no encontró coincidencia en los principios de la modernidad, porque ahora la construcción vertical implicaba que la Arquitectura se centrara en otros[13]. Es importante puntualizar que a partir de este momento, sin tomar en cuenta la densidad de construcción provocada por una cantidad de población considerable[14], fue siquiera sugerido el cuidado por el medio ambiente.

La altura es el alarde técnico de la Arquitectura Posmoderna. De manera que construir hacia la vertical se constituyó como un símbolo de desarrollo tecnológico y económico. Como prueba de lo anterior, en la actualidad puede observarse que las principales potencias económicas están en una competencia constante por ostentar el edificio más alto[15]. La sistematización, dio cabida al desarrollo del fenómeno que rige el comercio en la actualidad, la globalización, en el que, ante la ausencia de producción en un lugar, los productos pueden ser llevados desde cualquier parte del mundo.

Para cerrar el punto, vale la pena mencionar que en esta época se incluyó uno de los materiales que ha adquirido gran popularidad en la industria, el PVC, destacado sobre los mencionados como uno de los de mayor impacto productivo. En síntesis, más población, más materiales, más distancia de transporte y el poco interés por el impacto ambiental, constituyen la herencia de la posmodernidad arquitectónica. De la que es importante aclarar que también ya quedó atrás.

En la actualidad, la Arquitectura Contemporánea[16], que tuvo su origen coincidentemente con la Cuarta Revolución Industrial, con el internet y la digitalización (González, *et. al.*, 2021, p. 48), son los medios por los que la tecnología indica el camino a seguir. Las nuevas formas son producto de ello, es decir, no pueden ser explicadas mediante la geometría tradicional.

[12] En la década de los 70 nace arquitectura posmoderna, con Charles Jencks y Robert Venturi (Díaz, 2024).

[13] La Torres Petronas son un ejemplo de la arquitectura posmoderna, con más de 450 metros de alto, su diseño es fiel a los sus estatutos, rompe con el anti-historicismo que defendió el periodo moderno (Díaz, 2024).

[14] La población para 1975 era de 4,000 millones de personas (Servi, 1994).

[15] Según el portal El Mundo (2023), El edificio más alto del mundo desde 2004 es el Burj Khalifa, ubicado en Dubai, con 162 plantas y 828 metros de altura.

[16] Díaz (2023) dice que “(...) surgió como concepto a finales del siglo XX, en la década de los 80. Este periodo se estima como origen gracias a la modernización de los sistemas computacionales, que permitieron la profundización en nuevas técnicas y visualizaciones”.

En consecuencia, su construcción requiere de materiales muy específicos para que pueda concretarse y no siempre están disponibles en los lugares de emplazamiento de los edificios, lo que invariablemente se traduce en traslado de mercancías.

Ahora bien, a lo anterior se suma el hecho de que la expresión formal se convirtió en el sello de algunos arquitectos, que llevan su Arquitectura de un lugar a otro, sin un intento de adaptación a su contexto. Hoy en día, es posible encontrar edificios similares en distintas partes del mundo. La evolución en términos técnicos propiciada por la tecnología es innegable, sin embargo, hay que detenerse a pensar en la problemática medioambiental que provoca.

Finalmente, es importante destacar la coincidencia temporal de la época. La Arquitectura Contemporánea coincide con la transición de la Edad Moderna a la Edad Posmoderna[17]. Ahora bien, en una época de grandes cambios de pensamiento, una de las mayores contrariedades que se tiene es que desde el absurdo del nombre que incluye la contemporaneidad[18], ya no queda muy claro qué es lo que sigue. Es momento de reflexionarlo.

Reflexiones finales

Es difícil que bajo la perspectiva subjetiva de la actualidad existan acuerdos contundentes acerca del camino que debe tomar la Arquitectura, lo natural es la divergencia e, incluso, la contradicción. En este sentido, una perspectiva distinta, que asuma la responsabilidad de los alcances constructivos, enfocada en el cuidado y conservación del contexto, pudiera ser un principio unificador que terminara con la incertidumbre.

La proyección de crecimiento poblacional[19] y, por ende, de la industria de la construcción, requiere del protagonismo ambiental como eje de la Arquitectura. Por ahora se tienen cifras aisladas del grado de afectación que tienen los materiales, que ante el sesgo de ser consideradas desvinculadas con aspectos económicos o sociales como la salud, no tienen el efecto suficiente en la conciencia. Es fundamental partir de la aceptación tanto de la interrelación como de la simultaneidad de eventos para avanzar no sólo en el conocimiento, sino también en Arquitectura.

[17] Corral (2007) afirma que “la posmodernidad consta de ciertos estados discontinuos como en búsqueda abierta de la diferenciación y diversificación física, intelectual y moral...”

[18] La Real Academia de la Lengua (2024), considera como sinónimos: actualidad, presente, simultaneidad, coexistencia.

[19] Se estima que la población casi llegará a 10,000 millones de habitantes (Suzuki, 2019).

Referencias

- Asturias, A.; Gil, G. y Monterroso, R., 2008. *Guía de Arquitectura Moderna*. El Librovisor. Ediciones Alternativas del centro cultural de España. Guatemala https://eleco.unam.mx/micrositios/suenos-modernos/assets/files/guia_arquitectura_moderna.pdf
- Corral Q., R., 2007. Qué es la Posmodernidad. *Tempo 67, Apuntes*. https://www.uam.mx/difusion/casadeltiempo/98_mar_abr_2007/casa_del_tiempo_num98_67_73.pdf
- Chalmers, A.F. *¿Qué es la cosa llamada Ciencia?*. Tercera Edición. Madrid: Siglo XXI Editores. <https://fcen.uncuyo.edu.ar/upload/2000-chalmers-que-es-esa-cosa-llamada-ciencia-3ed.pdf>
- Díaz, G. 2023. La arquitectura que vivimos día a día tiene un nombre: arquitectura contemporánea. *Revista AD*. <https://www.admagazine.com/articulos/arquitectura-contemporanea-caracteristicas-y-ejemplos>
- Díaz, G. 2024. La arquitectura posmoderna y su mantra “más es mejor”. *Revista AD*. <https://www.admagazine.com/articulos/arquitectura-posmoderna-caracteristicas-y-ejemplos>
- El Mundo, 2023. *Los 10 edificios más altos del mundo*. <https://www.elmundo.es/como/2023/05/29/646f69c2fdddffe2388b4581.html>
- González H., J.; Armas A., B.; Coronel L., M.; Vergara M., O.; Maldonado L., N. y Granillo M., R., 2021. El desarrollo tecnológico en las revoluciones industriales. *Ingenio y Conciencia Boletín Científico de la Escuela Superior Ciudad Sahagún*. Publicación semestral, Vol. 8, No. 16. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/sahagun/article/view/7118/8139>
- Guerrero P., G., 2004. El paso del geocentrismo al heliocentrismo. *El Hombre y la Máquina*, No. 22 <https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/2281b8df-febc-465e-bb22-326a573703c8/content>
- Latour, B., 1983. *Dadme un laboratorio y levantaré el Mundo*. (Trad. Marta I. González García). Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. <http://www.ub.edu/prometheus21/articulos/lab.pdf>
- Norberg-Schulz, C., 1999. *Arquitectura Occidental*. 3a. Edición. Barcelona: G. Gili. <https://arquinhistoria.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/03/261278850-christian-norberg-schulz-arquitectura-occidental.pdf>
- Real Academia Española, 2024. *Diccionario de la Lengua Española*. <https://dle.rae.es/contemporaneidad>
- Servi, A.L., 1994. *Informe sobre población. Anuario de Relaciones Internacionales de 1994*. Universidad Nacional de la Planta. Instituto de Relaciones Internacionales. [https://www.google.com/search?q=INFORME+SOBRE+POBLACION+\(iri.edu.ar\)&rlz=1C1UEAD_en-MX1062MX1062&oq=INFORME+SOBRE+POBLACION+\(iri.edu.ar\)&gs_lcrp=EgZjaHJv-bWUyBggAEEUYOTIKCAEQABiABBiiBDIKCAIQABiABBiiBDIKCAMQABiABBiiBDIKCAQ-QABiABBiiBNIBCDEyNTJqMG03qAllsAIB&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=INFORME+SOBRE+POBLACION+(iri.edu.ar)&rlz=1C1UEAD_en-MX1062MX1062&oq=INFORME+SOBRE+POBLACION+(iri.edu.ar)&gs_lcrp=EgZjaHJv-bWUyBggAEEUYOTIKCAEQABiABBiiBDIKCAIQABiABBiiBDIKCAMQABiABBiiBDIKCAQ-QABiABBiiBNIBCDEyNTJqMG03qAllsAIB&sourceid=chrome&ie=UTF-8)

- Shapin, S. 1991. *Una bomba circunstancial. La Tecnología Literaria de Boyle*. Capítulo 2. <https://fgsalazar.net/pdf/DCCS/03RB.%20SHAPIN%20Boyle.pdf>
- Solis R., P. y Cortés R., X., 2022. Circumscriptio, compositio, lineamenta, forma, spatium y locus en el De pictura de Leon Battista Alberti: pintura, arquitectura y ciudad. *Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas*. Universidad Nacional Autónoma de México. Volumen 44, Número 121. pp. 185-218. <https://doi.org/10.22201/iie.18703062e.2022.121.2804>
- Suzuki, E., 2019. *La población mundial seguirá aumentando hasta llegar a casi 10 000 millones de habitantes en 2050*. Blog Banco Mundial. <https://blogs.worldbank.org/es/opendata/la-poblacion-mundial-seguira-aumentando-hasta-llegar-a-casi-10000-millones-de-habitantes-en-2050>
- Toca F., A. *La evolución de la construcción y sus materiales*. Obras por Expansión. <https://obras.expansion.mx/arquitectura/2013/10/29/la-evolucion-de-la-construccion-y-sus-materiales>
- Wisniak, J., 2007. *James Watt. The Steam Engine*. Department of Chemical Engineering, Ben-Gurion University of the Negev, Beer-Sheva, Israel. <https://revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/65879>

Atribución-NoComercial-SinDerivadas

Permite a otros solo descargar la obra y compartirla con otros siempre y cuando se otorgue el crédito del autor correspondiente y de la publicación; no se permite cambiarlo de forma alguna ni usarlo comercialmente.

