

La Transposición Tecnológica aplicada al análisis de la producción arquitectónica

The Technological Transposition applied to the analysis of architectural production

Daniel Vedoya

*ITDAHu (Instituto de Investigaciones Tecnológicas para el Diseño Ambiental del Hábitat Humano).
Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional del Nordeste.*

devedoya@gmail.com ; daniel.vedoya@comunidad.unne.edu.ar

RESUMEN

Se expone la elaboración y puesta a prueba de un método de análisis e interpretación de obras de arquitectura incorporando la dimensión tecnológica, aplicando una herramienta de análisis inédita: la “Trasposición Tecnológica”. La propuesta se sustenta en la ausencia de un método de análisis tecnológico de la producción arquitectónica actual. Asimismo, se plantea la necesidad de contar con una herramienta de análisis arquitectónico que dé respuesta a las complejidades de las grandes obras de arquitectura del tercer milenio. Basándose en la propuesta triádica de Vitruvio (utilidad, firmeza y belleza) subyacente en toda obra de arquitectura, se aplican nociones de pensamiento tecnológico, pensamiento creativo, pensamiento complejo, transferencia tecnológica e innovación tecnológica, complementados con la sustentabilidad en arquitectura. De este modo, aplicando los denominados mecanismos de transposición tecnológica, se elabora una metodología estratégica de análisis -también aplicable al diseño-, de la obra arquitectónica.

ABSTRACTS

The development and testing of a method of analysis and interpretation of works of architecture incorporating the technological dimension is presented, applying an unprecedented analysis tool: the “Technological Transposition”. The proposal is based on the absence of a method of technological analysis of current architectural production. Likewise, the need to have an architectural analysis tool that responds to the complexities of the great architectural works of the third millennium is raised. Based on Vitruvius’ triadic proposal (utility, firmness and beauty) underlying every work of architecture, notions of technological thinking, creative thinking, complex thinking, technological transfer and technological innovation are applied, complemented with sustainability in architecture. In this way, applying the so-called technological transposition mechanisms, a strategic analysis methodology is developed - also applicable to design - of the architectural work.

PALABRAS CLAVE: Arquitectura Sustentable - Vitruvio - Procesos que generan Procesos - Enfoque Tecnológico – Biomimética

KEYWORDS: Sustainable Architecture - Vitruvio - Processes that generate Processes - Technological Approach - Biomimetics

FECHA DE RECEPCIÓN: 29/05/2024 | **FECHA DE ACEPTACIÓN:** 11/06/2024

DOI: <https://doi.org/10.30972/arq.237665>

INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente trabajo es poner de manifiesto una metodología de análisis de la obra arquitectónica, que comprende mecanismos de transposición tecnológica (Vedoya, 2014) [1] a partir de las categorías de Vitruvio (Vitruvio, ca. S. I d.C.) y los principios de la arquitectura sustentable,

Como método de análisis, se estudia la obra arquitectónica desde un punto de vista tecnológico, definiendo las variables y dimensiones que permitan vincular los mecanismos de transposición tecnológica con las categorías de Vitruvio y el desarrollo duradero que surge del “Informe Brundtland” (Naciones Unidas, 1987).

METODOLOGÍA

Se trata de un trabajo reflexivo, de carácter inductivo, caracterizado por la progresión de las ideas a lo largo de una jerarquía del conocimiento, basado exclusivamente en la observación bibliográfica, en la compilación de la documentación gráfica disponible, tanto impresa como digital, procediendo luego al tratamiento y procesamiento de los datos mediante el entrecruzamiento de la información para arribar a conclusiones válidas.

La investigación está planteada en forma exploratoria y descriptiva, no experimental, es decir, transversal y transeccional (Hernández Sampieri et al., 2014).

Es exploratoria debido a que el objetivo perseguido es indagar sobre un tema de investigación que no ha sido abordado antes: un método de análisis con enfoque tecnológico de la obra arquitectónica. Esto es así en razón de que la revisión de la literatura existente al respecto revela ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio. La exploración se desarrolla en forma diacrónica y sincrónica, confiriéndole al problema un carácter transversal y transeccional.

Además, se tomaron y crearon definiciones respecto a conceptos o variables que también ubican la investigación en un nivel descriptivo.

En este caso particular de análisis, el abordaje del problema ha sido metametodológico, dado que el método que permitió el análisis de la obra arquitectónica fue precisamente el objeto de estudio del presente trabajo.

En otras palabras, el objeto de estudio de esta investigación es el propio método que se propone emplear para analizar la obra arquitectónica desde un punto de vista tecnológico.

Aunque resulte paradójico y contradictorio, la metodología que se aplicó en este trabajo condujo a la construcción de un nuevo método de análisis de la obra arquitectónica y, por lo tanto, a la construcción de conocimiento.

Reflexiones previas

La evolución del conocimiento tecnológico, acompañado de una evolución semejante del conocimiento científico, ha sido trascendente y adquiere un rol protagónico en la determinación de la arquitectura predominante en cada tiempo.

Las nuevas tecnologías emergentes desde fines del siglo XX son ahora el factor determinante de la búsqueda de nuevos exponentes arquitectónicos, en consonancia con el conocimiento científico imperante, cuyo crecimiento resulta ya exponencial.

En coincidencia con la concepción triádica de Vitruvio respecto de la arquitectura, el análisis que se desarrolla en esta investigación se apoya en los tres principios fundamentales de la propuesta vitruviana, la firmeza (firmitas), la utilidad (utilitas) y la belleza (venustas), centrando además el estudio en la necesidad de que exista un equilibrio entre las tres, sin que una de ellas pueda sobresalir sobre las otras.

Los tres principios se pueden extrapolar, desde la arquitectura, a cualquier tecnología, simple o compleja, que rodea los hábitos de vida, y no cabe duda que lo deseable es la optimización de estos tres pilares “firme, útil y bello”.

Hoy se habla de una nueva corriente de pensamiento centrado en la tecnología, un pensamiento tecnológico.

La tarea de desentrañar los lazos existentes entre la arquitectura de este siglo que comienza y las manifestaciones contemporáneas pertenecientes a otros ámbitos de la cultura es perfectamente pertinente desde el punto de vista epistemológico ya que la totalidad de las manifestaciones artísticas y culturales de una determinada época suelen reflejar de uno u otro modo las corrientes profundas que atraviesan el seno de las sociedades en ese momento dado.

Sin embargo, no se registra en la actualidad una metodología que ofrezca un camino válido para lograr una aproximación a la obra arquitectónica del tercer milenio con un enfoque tecnológico.

Si bien el concepto de transposición tecnológica se ha desarrollado en otras circunstancias, debe reconocerse que en dichas situaciones se lo ha hecho desde múltiples perspectivas.

No obstante, en esta propuesta de investigación se pone a prueba la validez conceptual de la transposición tecnológica llevada al plano exclusivo de la arquitectura.

Con el objeto de encarar un abordaje cuidadoso de este tema, resulta necesario establecer algunos requisitos previos que eviten caer en ciertos facilismos reduccionistas.

El primer requisito consiste en tener en cuenta que, si bien el devenir de los procesos culturales y artísticos es siempre un continuum, para dar cuenta de las manifestaciones de este siglo que se inicia imbricado en las propias del siglo XX, es preciso remitirse a un momento específico que se sitúa en los años de la primera revolución industrial, cuando se produce la definitiva ruptura con el mundo clásico y comienzan a manifestarse en todos los campos de la cultura y el arte propuestas filosóficas que pretenden, cada una a su turno, interpretar el nuevo mundo que emerge.

Es en ese preciso período en que comienzan a ponerse en crisis ciertos supuestos que habían regido el arte occidental durante los siglos anteriores hasta llegar al destierro total de los mismos. En este proceso de ruptura se sitúa el comienzo de la arquitectura contemporánea, y en él reside precisamente su esencia.

El segundo elemento a tener en cuenta es que, como se verá, este proceso de ruptura registra una serie de comunes denominadores que son precisamente los que van a permitir establecer los paralelos necesarios entre las distintas manifestaciones del quehacer arquitectónico.

El tercer requisito es que, a partir de allí, los paralelos que se pueden establecer en forma aproximadamente lineal corresponden al período de las vanguardias artísticas que culmina en el período de entreguerras. A partir de allí la dispersión y generalización de las distintas corrientes obligan a relativizar mucho más las comparaciones entre aquellos fenómenos y las corrientes actuales.

Sin que esto represente un revisionismo histórico, resulta necesario centrar el eje del trabajo relacionando los diferentes procesos de transposición tecnológica con las dimensiones estudiadas por Vitruvio que, no obstante poseer una antigüedad que supera los veinte siglos, aún mantiene vigente su validez, caracterizando la obra arquitectónica de todos los tiempos.

Los rasgos, atributos e indicadores seleccionados se transforman, una vez combinados, en categorías discriminantes que le sirven de guía y razonamiento analítico a quien las utilice. Se intenta de

esta forma poner en evidencia los ítems descriptivos que justifican las calificaciones interpretativas.

En cuanto a la Arquitectura del Tercer Milenio, si bien son numerosas y variadas sus manifestaciones, surge claramente un conjunto de obras significativas, que detentan la fuerza determinante de esta arquitectura que, en los pocos años transcurridos del Siglo XXI ya se destacan preponderantemente sobre las demás, y se constituyen paradigmáticamente en un icono del neomodernismo.

No se les asigna la calificación de mejores o peores; tampoco se las considera porque sean más o menos grandes y ampulosas que las demás; tampoco son obras que se destacan por sus características tecnológicas, aunque la tecnología tiene mucho que ver con su producción.

Se las distingue por ser diferentes en todo, por ser transgresoras en todo, por ser monumentales en todo.

No obstante, no se registra en la actualidad una metodología que ofrezca un camino válido para lograr una aproximación a la obra arquitectónica con un enfoque tecnológico.

En un repaso de los tratados de historia de la Arquitectura se descubre la ausencia de un análisis tecnológico del proceso constructivo que participó en la concreción de determinada obra, en razón de que los historiadores generalmente no se preocupan por este tipo de análisis, y más bien dirigen su mirada hacia los aspectos estéticos, formales, etc., y a los factores socioculturales que les dieron origen.

Pensar en una estrategia para el posible análisis de la obra arquitectónica con enfoque tecnológico remite a la búsqueda de un método que, entre otros, se constituya en un aporte para los estudiosos de estos fenómenos que se presentan complejos por la diversidad de sus elementos constitutivos.

Contemporáneamente, acompañando el desarrollo del conocimiento científico y tecnológico, se destaca una arquitectura coherente con cada uno de esos procesos que viven la ciencia y la tecnología.

El estudio de la transposición tecnológica en la obra arquitectónica del tercer milenio resulta novedoso por cuanto se constituye en una posible herramienta válida para el análisis de la misma, y permite comprender, entre otros interrogantes, de qué manera la tecnología se imbrica con otras variables constitutivas de la arquitectura actual. La interrelación entre la obra arquitectónica y las tendencias determinantes de los diversos procesos de desarrollo de las civilizaciones es una cuestión esencial para el análisis crítico, la comprensión, la interpretación y la evaluación de la arquitectura actual.

Desentrañar cómo la transposición tecnológica se constituye en una posible herramienta estratégica de análisis de la arquitectura es el eje motivador del presente trabajo.

En primer lugar, la investigación se focalizó, como eje de análisis, en relacionar los diferentes mecanismos de transposición tecnológica con las dimensiones propuestas por Vitruvio, como factores que caracterizan la obra arquitectónica de todos los tiempos.

Seguidamente se expusieron en qué consisten los mecanismos de transposición tecnológica, de qué modo intervienen en los diversos procesos de generación, transformación y adecuación de los productos tecnológicos, y cómo influyen éstos en el contexto en que se implantan.

El eje central del Proyecto ha sido la comprobación experimental del método propuesto, verificándolo a través de la interpretación de la obra arquitectónica con un enfoque tecnológico-constructivo, es decir, incorporando conceptos tecnológicos en el abordaje de la esencia misma de la arquitectura, mediante la aplicación de esta herramienta de análisis inédita: la Transposición Tecnológica.

CONCLUSIÓN Y RESULTADOS

En función de estas premisas, se abordó el estudio de cuatro casos, en el marco de la transposición tecnológica: 1) el Domo del Milenio, de los arquitectos Richard Rogers y Mike Davies, en la península de Greenwich (Londres, UK); 2) la torre Turning Torso, del arquitecto Santiago Calatrava, en Malmö (Suecia); 3) la torre giratoria Abu Dhabi, del arquitecto David Fisher, en Dubai (Emiratos Árabes Unidos);

y 4) la torre Qatar Sprouts, de la firma de Bangkok Aesthetics Architecture, en Qatar (Emiratos del Oriente Medio).

Para una mejor interpretación de esta propuesta metodológica, se analizará un caso típico aplicando uno de los mecanismos de Transposición Tecnológica, el N° 4: “Los atributos de un proceso (su organización interna, su estructura, las interrelaciones entre sus componentes, su comportamiento) se reproducen en procesos inversos. Tampoco existe entre ellos una íntima relación, ni en sus componentes, ni en su función específica. Lo que en el proceso modelo constituía la causa, en el nuevo proceso se convierte en el resultado, y viceversa, lo que antes era el resultado, ahora es la causa”.

En una viga simplemente apoyada, de luz l y sometida a una carga uniformemente repartida q (Fig. 1), se tendrá una reacción V en sus apoyos y un momento flector máximo M .

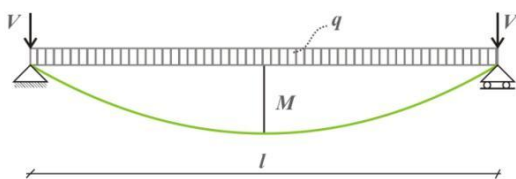


Fig. 1 – Viga simplemente apoyada con carga uniformemente repartida. Fuente: Producción propia

$$V = \frac{q \times l}{2} \quad M = \frac{q \times l^2}{8}$$

Tomando ahora un cable de longitud mayor que l , colgado de sus extremos a la misma distancia l uno del otro, se determinará una curva resultante de la carga de su propio peso distribuido a lo largo del cable, que se conoce con el nombre de “catenaria” por su similitud con la forma que adopta una cadena suspendida de sus extremos y sometida al peso de sus propios eslabones (Fig. 2). La distancia entre el punto más bajo de la curva y la línea horizontal que une sus extremos recibe el nombre de “flecha” (f).

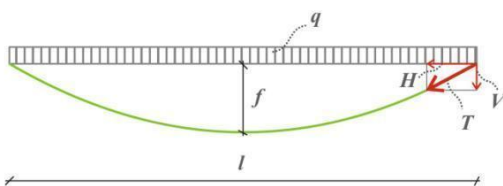


Fig. 2 – Cable colgado de sus extremos. Fuente: Producción propia

En este caso también se tiene una reacción V en los extremos, pero ahora se produce además una acción horizontal H determinada por la acción del cable que tiende a acercar dichos extremos. El valor de H es equivalente al momento flector máximo de la viga simplemente apoyada sometida a una carga uniformemente repartida, pero ahora, al estar influenciado por la flecha, su valor es el mismo que el del momento flector, dividido por la flecha.

$$V = \frac{q \times l}{2} \quad H = \frac{q \times l^2}{8 \times f}$$

Aparece un nuevo componente resultante de la acción del cable que tiende a acercar los extremos, que consiste en una tensión T , tangencial al cable en el extremo del que está suspendido. Tomando los valores de V y H , aplicando la fórmula de Pitágoras se obtiene el valor de T .

$$T = \sqrt{H^2 + V^2}$$

Sobre la base del esquema anterior, se procede ahora a invertir la posición del cable (Fig. 3).

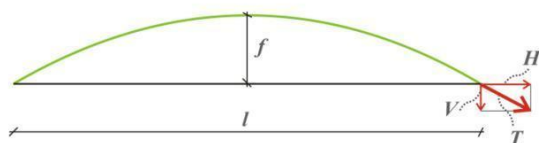


Fig. 3 – Posición invertida de la curva. Fuente: Producción propia

Lógicamente, si en el caso del cable colgado la tensión era de tracción, ahora esa tensión será inversa y pasará a ser de compresión. Los valores de V , H y T serán los mismos, pero tanto H como V tendrá un signo contrario al que tenían en el caso del cable colgado.

El procedimiento presentado en este ejemplo demostrativo es el mismo que utilizaba el arquitecto catalán Antoni Gaudí.

Gaudí era muy respetuoso de las leyes de la naturaleza, y lo demostró en sus obras en cuyo diseño aplicó siempre la enseñanza que recibía de la misma.

Podría asegurarse que cumplía fielmente lo que propone el mecanismo N° 10 de Transposición Tecnológica: “*Determinados procesos naturales son transpuestos a procesos mecánicos dando lugar a nuevas tecnologías que emulan el comportamiento de la naturaleza en ciertas condiciones*”.

Para refirmar este concepto se presenta a continuación el proceso seguido por Gaudí para el diseño de la Cripta de la Colonia Güell, obra que no se logró terminar.

Sabido es que componía las estructuras tomando en cuenta previamente el comportamiento de cables colgantes, sometidos a la carga de bolsitas cargadas con arena (Fig. 4).



Fig. 4 – Maqueta de estudio. Fuente: Consorcio de la Colonia Güell
Sobre este esquema definía las líneas de tensión determinadas por los cables (Fig. 5)



Fig. 5 – Líneas de tensión definidas sobre la maqueta de estudio. Fuente: Producción propia
Una vez definidas las líneas de tensión, giraba 180° la imagen (Fig. 6).

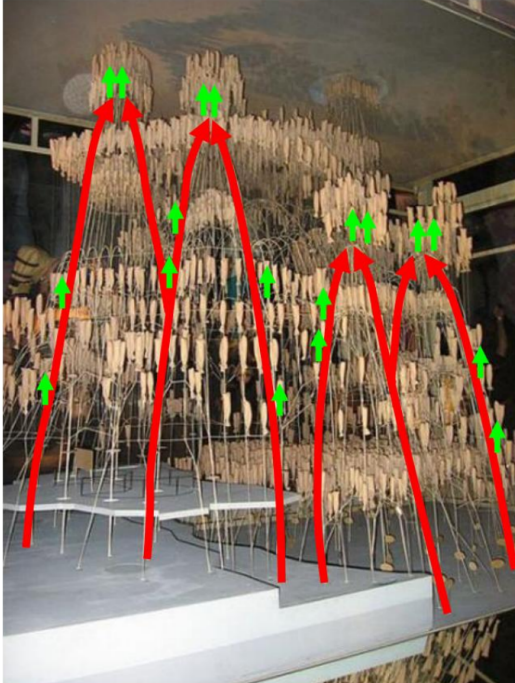


Fig. 6 – Imagen girada 180°. Fuente: Producción propia.

Por último, sobre la base de las líneas tensionales logradas, Gaudí definía el diseño de su obra. En este caso de la Cripta de la Colonia Güell (Fig. 7).

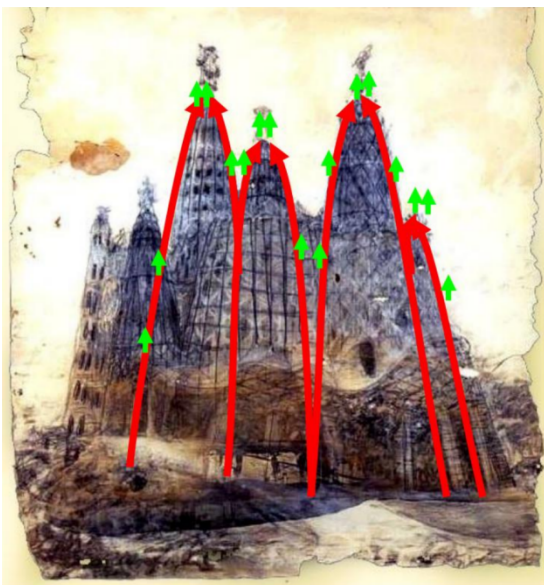


Fig. 7 - Diseño definitivo de la Cripta de la Colonia Güell. Fuente: Producción propia.

REFERENCIAS

[1] Mecanismos de Transposición Tecnológica (extraídos del libro “La Transposición Tecnológica. Introducción al estudio de la génesis de los procesos tecnológicos”, de Vedoya, Daniel E., Ediciones del ITDAHu, Corrientes (Argentina), 2014):

1 - *La actitud técnica desarrollada por el usuario de un determinado objeto es transferida a un nuevo objeto, con ciertas variantes con respecto a aquél. Estas variantes reemplazan las operaciones que motivaban aquella actitud*

2 - *El cambio que se produce en un determinado objeto implica una simplificación de la actitud técnica del usuario para su empleo. Se produce una mayor complejidad interna en los procesos de funcionamiento del objeto (procesos de “caja negra”). Esta simplificación puede referirse a una menor atención en los procedimientos de empleo, o también en una reducción del número de tareas necesarias para su uso.*

3 - *Los procesos resultantes del cambio producido por innovaciones tecnológicas en un objeto tecnológico permiten reducir el número de participantes, necesarios para la manipulación del objeto. Los usuarios que ahora no participan quedan libres para desarrollar otras acciones.*

4 - *La complejidad manifiesta en determinados objetos hace necesaria la presencia de personas capacitadas específicamente para su manipulación. Esto ha determinado la aparición de los oficios, en un primer momento, las profesiones, más adelante y, actualmente, los especialistas y expertos.*

5 - *La integración de dos o más procesos diferentes, da por resultado la generación de nuevos procesos.*

6 - *Los atributos de un proceso (su organización interna, su estructura, las interrelaciones entre sus componentes, su comportamiento) se reproducen en procesos análogos. No existe entre ellos una íntima relación, ni en sus componentes, ni en su función específica.*

7 - *Los atributos de un proceso (su organización interna, su estructura, las interrelaciones entre sus componentes, su comportamiento) se reproducen en procesos inversos. Tampoco existe entre ellos una íntima relación, ni en sus componentes, ni en su función específica. Lo que en el proceso modelo constituía la causa, en el nuevo proceso se convierte en el resultado, y viceversa, lo que antes era el resultado, ahora es la causa.*

8 - *La presencia de nuevos procesos tecnológicos opera de manera decisiva en el avance y desarrollo de las sociedades a partir de los cambios producidos en aquéllas.*

9 - *Toda tecnología representa una intervención cultural decisiva en el ámbito en que ejerce su influencia. Esta presencia produce nuevas necesidades que generan nuevas demandas, que derivan indefectiblemente en la producción de nuevas tecnologías.*

10 - *Determinados procesos naturales son transpuestos a procesos mecánicos dando lugar a nuevas tecnologías que emulan el comportamiento de la naturaleza en ciertas condiciones.*

11 - *“Algunos ven las cosas como son y se pregunta ¿por qué? Yo veo las cosas como no han sido nunca y me pregunto ¿por qué no?” (George Bernard Shaw, 1856-1950). Imaginarse los objetos tecnológicos existentes de manera diferente a cómo son, aplicando el procedimiento del pensamiento lateral, permite lograr resultados que difieren sustancialmente del objeto original.*

BIBLIOGRAFÍA

BRUNDTLAND, Gro Harlem et al. (1987): *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo "Nuestro Futuro Común"*. Decisión 14/14, 14° Período de Sesiones. Asamblea General de las Naciones Unidas. Nairobi (Kenia), 8 al 19 de junio de 1987.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, María del Pilar (2014): *Metodología de la Investigación*. México (D. F.): Fondo de Cultura Económica.

VEDOYA, Daniel E. (2014): *La Transposición Tecnológica. Introducción a la génesis de los procesos tecnológicos* – Saarbrücken (Alemania): Editorial Académica Española.

VITRUVIO POLION, Marco Lucio (1995): *Los diez libros de Arquitectura*. Madrid (España): Alianza Formas .