

FORMA Y LIBERTAD ARQUITECTÓNICA: UNA PROPUESTA DE LECTURA DE ETAPAS PROYECTIVAS DESDE LA TOPOLOGÍA

Shape and architectural freedom: a projective stages
interpretative review from topology

JUAN D. LÓPEZ-ARQUILLO

ORCID: 0000-0003-1205-5722

Escuela de Arquitectura,

Universidad Europea de Canarias

juandiego.lopez@universidadeuropea.es

Cómo citar:

López-Arquillo, J.D. (2022).
Forma y libertad arquitectónica:
una propuesta de lectura
de etapas proyectivas desde
la topología. *Revista de
Arquitectura*, 27(42), 152-167.
<https://doi.org/10.5354/0719-5427.2022.66649>

RESUMEN

En la historia del proyecto de arquitectura, las obras de arquitectura son síntesis sociales construidas y resultado de la capacidad técnica de las mismas. La potencialidad generativa de geometrías no euclidianas y las dificultades inherentes al trabajo con superficies complejas resultantes de transformaciones topológicas nos hace redescubrir la etapa barroca como uno de los momentos clave del proyecto de arquitectura en relación con la experiencia del espacio. El artículo realiza una comparativa entre las técnicas proyectuales, geométricas y representativas de las diferentes etapas proyectivas, relacionando especialmente el espacio barroco con la libertad geométrica en el proyecto contemporáneo actual. Finalmente, y desde esta, evidenciar el peligro en la formación en las Escuelas de Arquitectura que puede devenir de la sustitución del proceso de proyecto por el desarrollo de constructos digitales como un proceso gráfico meramente artístico.

PALABRAS CLAVE

libertad, topología, etapas proyectivas, continuidad, forma

ABSTRACT

In the architectural projects history, architectures are built social syntheses and even the result of technical capacity in different societies. The shaping generative potential of non-Euclidean geometries and the difficulties inherent in working with complex surfaces arising from topological forming processes invite us to re-discover the baroque period as a special moment of the architecture project ideation in relation to the free shaping of space from geometry. In relation to this, a comparison between the projectual, geometric and representative techniques of the different projective stages is included, relating the baroque space with geometric freedom in the current contemporary project. Finally, the paper highlights the danger for students training in the Architecture Schools due to replacement of the project process by the development of digital constructs as a merely artistic graphic process.

KEYWORDS

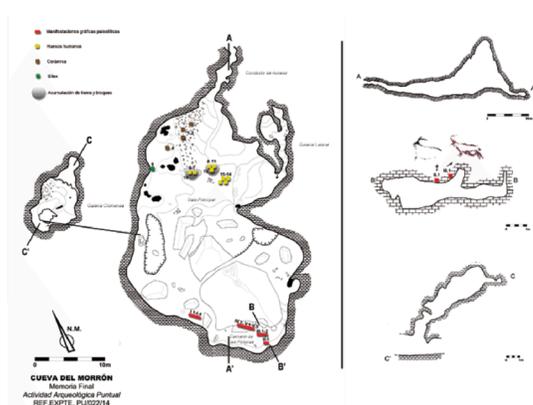
freedom, topology, projective stages, continuity, form

INTRODUCCIÓN: EXTEMPORANEIDAD DE LAS ETAPAS PROYECTIVAS

Los grados de complejidad de las estructuras sociales han sido interpretados según diferentes parámetros evolutivos, creando sincréticamente una relación biunívoca entre la evolución de la mente abstracta y la evolución física de la estructura cerebral (Beorlegui, 2007). Junto con la realidad digital de la actual humanidad, que en la última década ha generado más información que en el resto de toda su historia anterior, existe otra realidad física arquitectónica: la evidencia de que la mayor parte de nuestra evolución como organismos ha sido habitando en cuevas y cavernas dotadas por la naturaleza, no en espacios levantados *ad hoc* por la especie humana. La evolución posterior de la arquitectura, el individuo y la sociedad se ha dado de forma simultánea. Por ello, el espacio arquitectónico ha sido interpretado por una multitud de autores de diferentes disciplinas como un resultado técnico-social colectivo y complejo; incluso autores críticos hacia la idea de progreso social llegan a admitir el origen de la arquitectura como hecho colectivo (Cahiza et al., 2018; Diamond, 2020).

En este proceso evolutivo arquitectónico-social, la arquitectura surge desde las herramientas de trabajo que están disponibles en cada época, además del pensamiento proyectivo de cada período. Desde esta relación causal entre herramientas, pensamiento y proyecto arquitectónico, se propone en el presente artículo una historia del espacio arquitectónico en cinco etapas proyectivas, que van desde la cueva (etapa 0 o preproyectiva) a la arquitectura contemporánea. Esta se propone como etapa proyectiva disociada, en la que la creatividad de las fases anteriores —en especial, el Barroco— cobra especial vigencia por la relación con la libertad geométrica resultante de las transformaciones topológicas en el espacio y el volumen arquitectónico en diversos momentos de la historia de la arquitectura. Se proponen estas cinco fases —denominadas proyectivas— a modo de indagación orientada a la obtención de caracteres comunes entre espacios históricos de la arquitectura y el proyecto actual, mediante modelos o planes que sirvan para relacionarlos y releer el pasado desde la evolución de la disciplina en su relación entre forma y espacio.

FIGURA 1
Planimetría y secciones adjuntas de la cueva de El Morrón con la localización de los restos arqueológicos superficiales del piso y las manifestaciones gráficas paleolíticas



Nota Sanchidrián Torti et al., 2017.

Etapa preproyectiva: vaciado

Desde el aún indeterminado origen de la especie humana y hasta el final del Eneolítico, el espacio humano era el refugio directo de la caverna, una etapa protoprojectiva en la que solo se buscaba el refugio ante una exterioridad inhóspita (Figura 1). No hay proyecto de espacio construido, pues el habitar es únicamente la protección de los elementos (Parra Bañón, 2015), es, por lo tanto, un espacio de la necesidad. En dicha oquedad aprovechada, nacen las primeras manifestaciones artísticas ligadas a la supervivencia, en las que se fijan figuras y escenas como un intento de controlar la naturaleza animal, de regular las relaciones inconexas con un mundo apenas conocido.

FIGURA 2

Croquis de sección en perspectiva, espacios excavados del museo Mönchsberg, en Salzburgo (Austria) de Hans Hollein, 1989



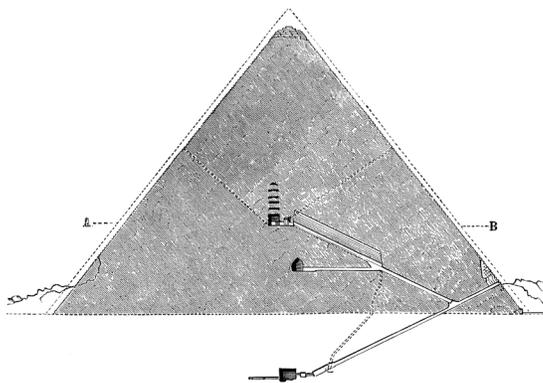
Nota Dibujo adaptado del catálogo de la exposición "Salzburg Unbuilt, 1606-2003".

Este espacio de la cueva primigenia es un espacio vaciado, originado en la acción primaria de excavar, bien por el hombre, bien por la naturaleza, y permanece habitado por simple ocupación. La única vía para aprehenderlo es habitarlo, la decoración parietal no surge como una capa superpuesta, sino como parte del origen primigenio y activador de la naturaleza (Campo Baeza, 1996). La cueva es, por tanto, un espacio natural activado por la supervivencia y por el arte, que a modo de resonador tiene su trascendencia en el mundo exterior. En la cueva, el interior se habita, pero es el exterior el que se pretende dominar, o cuando menos, comprender en su funcionamiento, misterioso e irregular. La cueva, el espacio primigenio, inicia la reflexión dicotómica entre lo estereotómico y lo tectónico, discusión que ha sido ampliamente desarrollada desde la complementariedad entre ambos términos con carácter excluyente, a partir de la clasificatoria inicial de Gottfried Semper (Dilauro, & Pavone, 2021). Desde la complementariedad entre lo excavado y el espacio habitado se han construido topologías del vaciado como estrategia de proyecto (Figura 2), como en el Museo Mönchsberg, de Hans Hollein, o el "rascainfernos" de Fernando Higuera.

Este espacio de la caverna es un entorno que no tiene su origen en una acción volitiva, pero cuando desde el proyecto de arquitectura el espacio proviene de un vaciado continuo, la continuidad de paredes, que son también techo y suelo, pasan a estar conformadas por el mismo material que la masa material que la alberga en su vacío. El espacio excavado de la cueva es, por tanto, un todo continuo, por lo que una vez antropizado está ligado a una concepción continua en la que cualquier actuación en un punto trata de alterar a otro y, sin ser un espacio creado, sino encontrado, es un espacio fluido (Pérez-Herreras, 2012).

FIGURA 3

Sección de la gran pirámide de Keops



Nota En la imagen se puede ver el vaciado del mínimo espacio interior de galerías y cámaras mortuorias, en la que no existe correspondencia entre forma externa y espacio interior. Rosengarten, & Collett-Sandars, 1995, p. 17.

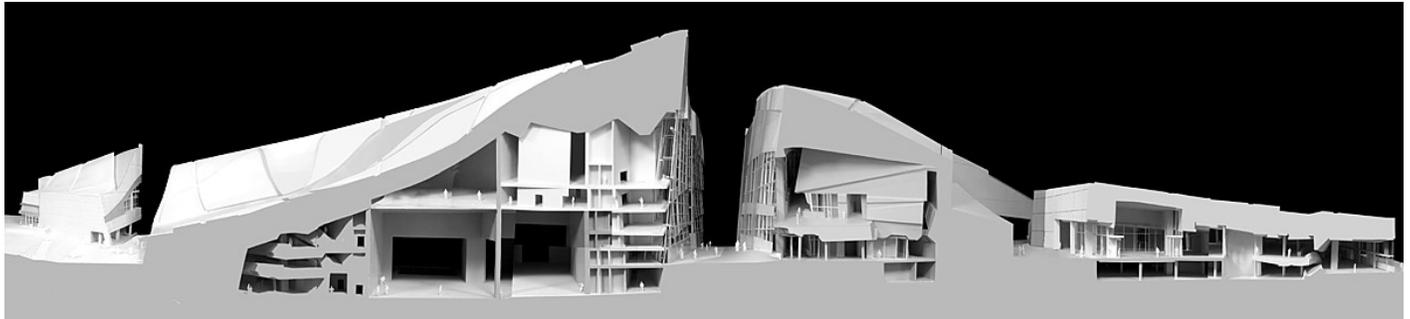
Primera etapa proyectiva: superposición material

Con la primera evolución social fruto de la evolución técnica, las primeras arquitecturas —más allá de los sistemas defensivos y los tejidos residenciales— se generan como tales mediante una acción masiva y acumulativa, a través de la yuxtaposición de elementos de cantería pretrabajados en las arquitecturas asirias, mesopotámicas y egipcias: mastabas y pirámides, templos, palacios. Si bien algunas lecturas contemporáneas han asociado el término estereotómico al espacio excavado, se utiliza aquí en el sentido original en el que Gottfried Semper lo formula desde el origen de sus formas, que son como aquellas de las llamadas fuerzas orgánicas cuando luchan contra la masa y el peso (Herrmann, 1984).

Se inicia la primera etapa proyectiva desde la voluntad de volumen escenográfico (De Esteban Garbayo, 2018), por cuanto el espacio deja de estar generado mediante el vaciado, sino que es creado por respeto a un vacío interior reservado en la adición del material,

FIGURA 4

Sección transversal de conjunto, Ciudad de la cultura de Galicia, de Peter Eisenman



Nota Exposición en el edificio de la biblioteca y el archivo de Galicia, 2013.

FIGURA 5

Ilustración principal la obra del abad jesuita Marc-Antoine Laugier



Nota Grabado alegórico de la cabaña primitiva de Vitruvio, por la que la naturaleza dota al hombre de la primera arquitectura casi como una consecuencia natural de cubrir las necesidades básicas de habitación. Laugier, 1755a.

un aditamento sumatorio que emula a la propia montaña a la que finge excavar, una topología del estiramiento de la superficie hacia el interior.

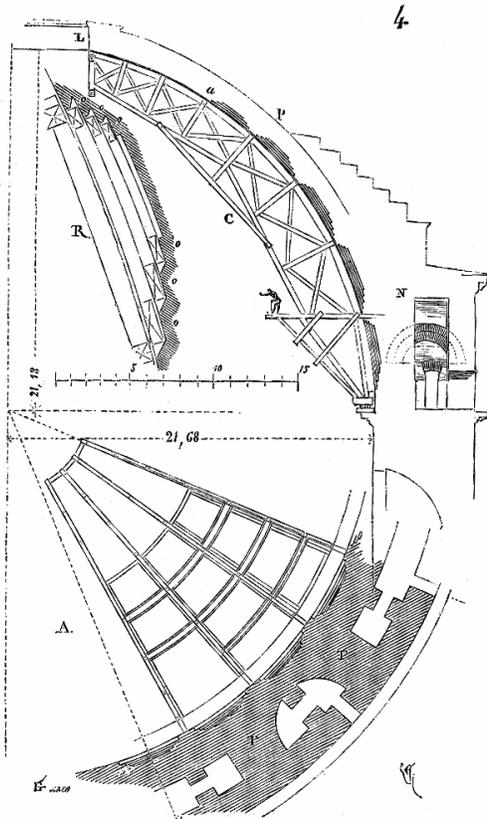
Con la sustitución de la sustracción por la superposición, las arquitecturas masivas acumulativas constituyen la primera etapa proyectiva, etapa en la que no existe una correspondencia entre el espacio interior y el volumen construido exterior. En esta primera etapa hay una ausencia de espacio interior habitable y común, que se genera en pro de la figuración hacia la eternidad (Figura 3). El campo relacional continuo de la arquitectura de la caverna sigue presente en unos espesores constructivos que reproducen la eternidad del espacio y el tiempo geológico de la caverna, en una analogía formal entre la geología y la arquitectura muy similar a la analogía entre la biología y la forma orgánica.

Esta alteridad entre forma del volumen construido exterior y espacio interior no correspondiente con aquella es una estrategia de proyecto contemporáneo por la que la que las categorías de espacio interior y exterior se indiferencian en una continuidad asociada a la relación entre interior y exterior (Figura 4), la cual evidencia el espacio topológico de geometría no correspondiente con su forma exterior debido a la dispersión, fragmentación y complejidad de aquella, muy diferente a los sólidos geométricos de la antigüedad.

Aun habiendo asociado el nacimiento de la arquitectura a esta etapa proyectiva de superposición, por encima de las construcciones neolíticas (Trachtenberg y Hyman, 1986), las lecturas historiográficas durante la Ilustración proponen un nacimiento muy diferente a la alteración topológica de la masa, lo hacen más bien desde un carácter tectónico, según el mito de la cabaña primitiva del Abad M.A. Laugier, que afirma que el *buen salvaje*, aquel ser humano teórico enunciado en la Ilustración, capaz de regular su comportamiento individual y social en comunión con la naturaleza (Calatrava Escobar, 1991), descubre el espacio desde la acumulación en cubrición, no en sustracción:

FIGURA 6

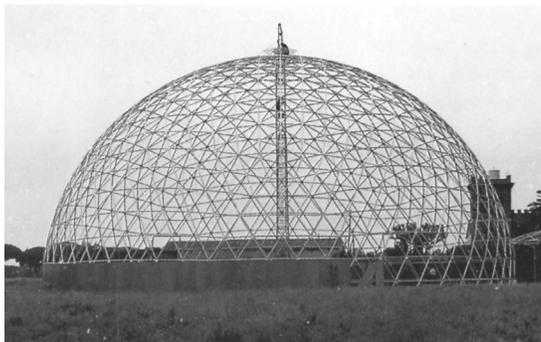
Sección por la cúpula hemisférica del Panteón, con supuesto de sistema de encofrado autosustentante, con correspondencia entre el espacio interior contenido y la forma exterior



Nota Viollet Le Duc, 1875, vol.8, p. 14.

FIGURA 7

Cúpula geodésica desplegable, autocontenida y transportable, para el pabellón cinerama (1967), del arquitecto Emilio Pérez Piñero



Nota Gentileza ©Fundación Emilio Pérez Piñero.

El hombre, mal cubierto al abrigo de sus hojas, no sabe cómo defenderse de la humedad. Aparece una caverna y se introduce en ella, encontrándose a resguardo. Pero nuevas desazones le disgustan también en este refugio. [...] El hombre quiere hacerse un alojamiento que le cubra sin sepultarlo. Algunas ramas caídas en el bosque son los materiales propios para su designio. Escoge cuatro de las más fuertes y las alza perpendicularmente disponiéndolas en un cuadrado. Encima coloca otras cuatro de través, y sobre éstas coloca otras inclinadas que se unan en punta por dos lados. Esta especie de tejado está cubierto de hojas los bastante apretadas entre sí como para que ni el sol ni la lluvia puedan penetrar a través de él; y he ahí al hombre ya alojado (Laugier, 1755a, p. 24).

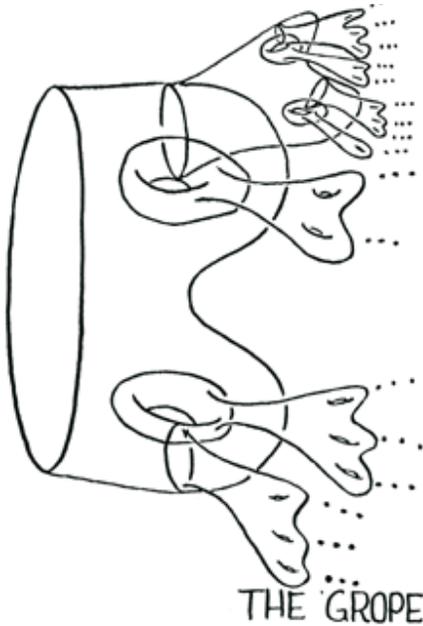
Esta idea del edificio primigenio (Figura 5) es enunciativa, pero no privativa del abad jesuita Laugier y determina, en las revisiones del conocimiento de la historia desde el método científico de la Ilustración, cómo la respuesta a una necesidad natural de las culturas —según su estadio de evolución y la capacidad técnica que se haya ido sumando— no surgen del individuo, sino que son depositadas en el conjunto de la sociedad. Este supuesto de conocimiento social (Diamond, 2020) es una de las ideas básicas en la interpretación de la ampliación del conocimiento individual en la sumisión a la colectividad.

Segunda etapa proyectiva: constructivismo sistémico

La filosofía griega y la técnica constructiva romana comenzaron a estructurar el espacio generado de forma artificial por necesidad social, mediante la interpretación del mundo según sistemas filosóficos etéreos e intangibles. Cuando trata de ser el reflejo de un sistema filosófico, todo evoluciona en la arquitectura hasta ir progresivamente generando una forma de crear y conceptualizar el espacio en cada época (Briones, 2007). La comprensión del espacio atomista helénico deviene siempre de la concepción del vacío, no —tal y como ocurre en la anterior etapa proyectiva— como ausencia de materia, sino como un resultado separado del continuo externo mediante un límite material. El uso especializado de materiales y sistemas de construcción funda la segunda etapa proyectiva cuando los sistemas constructivos romanos permiten, por primera vez, crear espacios desde la modelización constructiva de un cierre complementario al vacío, que hace corresponder la forma interior del espacio con el volumen exterior.

Toda construcción pone en valor el vacío interior, pues se levanta para un uso social del mismo. Ya no se erigirán grandes masas sin apenas espacio como las pirámides, pues el origen del espacio en la arquitectura y la consecuente concordancia entre forma y espacio es ejemplar en el Panteón (Riegl, 1992), un intento de llenar un

FIGURA 8
 “The Grope” figura topológica de seriación múltiple



Nota Los “gropes” son ciertos complejos bidimensionales (generados desde un círculo límite) con uniones de superficies compactas, conectadas y orientadas con un solo círculo límite). <https://math.byu.edu/~wright/conference%20and%20workshop/workshop.html>

interior de vacío y ocuparlo con la luz de la correspondencia entre concepción geométrica, sistema constructivo, espacio, material y representación (Figura 4), un espacio de la topología combinatoria que define el interior desde la composición de formas volumétricas puras combinadas, pero sin alterarlo individualmente.

Esta concepción del espacio complementario con su forma se establece desde la geometría constructiva clásica o euclidiana, y tiene una continuidad durante siglos, recorriendo las arquitecturas románicas y góticas hasta bien entrado el segundo tercio del siglo XVII y la llegada de la formulación cartesiana.

Tercera etapa: experiencia plástica matemática

El Barroco nace junto con una nueva etapa de la geometría, la poseuclídea, en la que Fermat y Descartes primero, y Newton y Leibniz después, establecen las matemáticas que suponen la base para las transformaciones topológicas. Es una arquitectura que reformula nociones anteriores y fundamentales de escala y posición, asociadas a una geometría cartesiana, en la que la generación del espacio se proyecta desde la emoción y la imaginación del claroscuro de la luz, resbalando por superficies plegadas; un revulsivo cultural al equilibrio que se lograba en el Renacimiento desde la pureza geométrica.

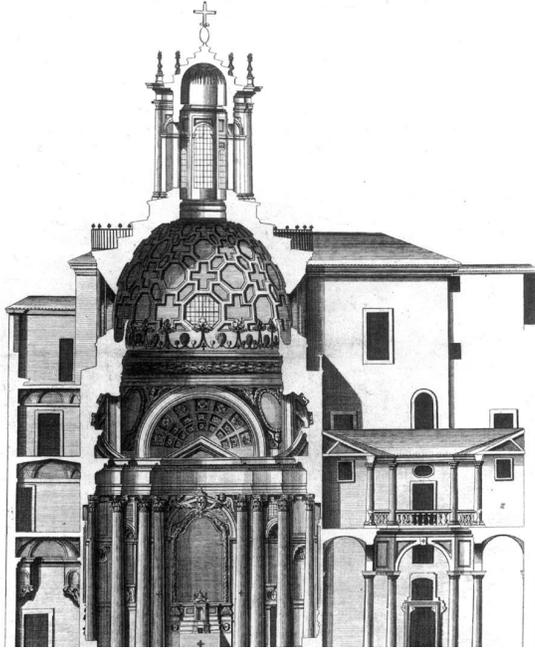
La geometría euclídea, fundada sobre los postulados y axiomas (nociones comunes) de Euclides, estudia las propiedades geométricas que son invariantes bajo transformaciones rígidas o isométricas (es decir, que preservan las distancias entre los puntos). Por tanto, en la geometría euclídea, dos figuras son consideradas equivalentes o congruentes si una puede ser obtenida a partir de la otra mediante una o más isometrías (Moreno Sperling, 2008, p.26).

Las lecturas de las percepciones espaciales dejan de tener interés hacia la percepción de la globalidad. El proceso fundamental para deformar la arquitectura durante el Barroco, fuera de los límites de la pureza espacial geométrica del Renacimiento, fue la luz. La luz, que participa en el espacio barroco dotando de significado a la emoción del habitar sensible interior, no solo intelectual como había ocurrido en el Renacimiento.

En 1679 Leibniz publica el *Characteristica Geometrica*, en el cual estudia las propiedades topológicas sobre las puramente métricas de las figuras (De Lorenzo Martínez, 2002). Este desplazamiento matemático es base y expresión de la ampliación de la geometría, más allá de las limitaciones cartesianas, ya que afecta a medios y bases conceptuales del espacio, convirtiéndose en fundamento de la alteración de modelos clásicos, en especial, la operación del pliegue

FIGURA 9

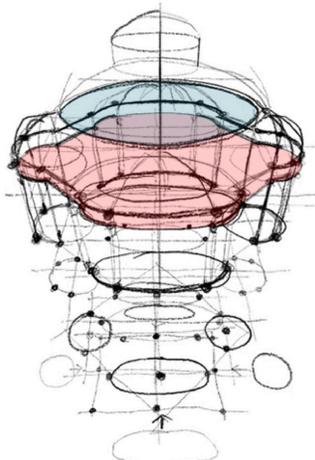
Sección de la cúpula elíptica de San Carlos en las cuatro fuentes (1600-1665) en Roma, de Francesco Borromini



Nota En la imagen se evidencia la dificultad de representar con los medios de la época lo que espacial y geoméricamente ya era posible concebir. Ferreira, 2016.

FIGURA 10

Relación entre geometría del óvalo de la cúpula, las semicúpulas del primer cuerpo de alzada y la transición entre ambas



Nota Gentileza de Julián Jerez V., Marcela Gómez, Felipe Herrera R.

sucesivo hacia el interior (Figura 8), como base bidimensional de la alteración de elementos clásicos (Delleuze, 1989).

El proyecto de arquitectura opera en ambas realidades a la vez, activando cambios y asimilándolos como subproductos del sistema geométrico. El edificio se convierte, con este espacio topológico resultante de la continuidad entre figuras geométricas alteradas y combinadas (Figuras 9 y 10), en una máquina óptica de tintes fenomenológicos, en la que la relación con el exterior es clave, y en cuyo interior se observan las propiedades materiales de la luz y las propiedades luminosas de la materia, gracias a todo un intercambio de trampas, filtros, conductos, que ponen en movimiento los intercambios recíprocos de energía (García Sánchez y Salmerón, 2020). Se introduce la claridad allá donde el ojo no espera para mostrar el refuerzo resistente de la materia.

Durante el Barroco, Borromini y Bernini verifican que la herencia de la geometría arquitectónica renacentista no es una ilusión modélica de características formales inalienables, sino que confirma la solidez contrastada del vocabulario de elementos compositivos de la antigüedad clásica y los recompone, pero también, verificando la gramática por elementos, cuestiona las tipologías, reconsiderando las nociones de extensión, espacio y geometría del trazado regulador (Figura 11). Lo que cambia en los métodos de composición es la relación entre las partes, la extensión de su solidaridad y las jerarquías entre los trazados (Arranz, 2021), los cuales permiten una flexibilidad conceptual desconocida hasta entonces.

De igual modo, los elementos arquitectónicos que posibilitan el lenguaje compositivo son alterados a merced de las nuevas posibilidades geométricas reflejadas desde la matemática; así, frontones, basas, triglifos y metopas, inalterables en su geometría clásica desde el período helenístico, quedan ahora recurvados (Figura 12), seccionados, mostrados por partes, alterados por la intuición —que culminaría en la búsqueda formal filonatural de los modernismos— de que es posible experimentar con nuestra propia naturaleza (Arranz, 2021) y, como en un lienzo impresionista, volver a presentar la realidad solo a través de una manipulación interpretativa.

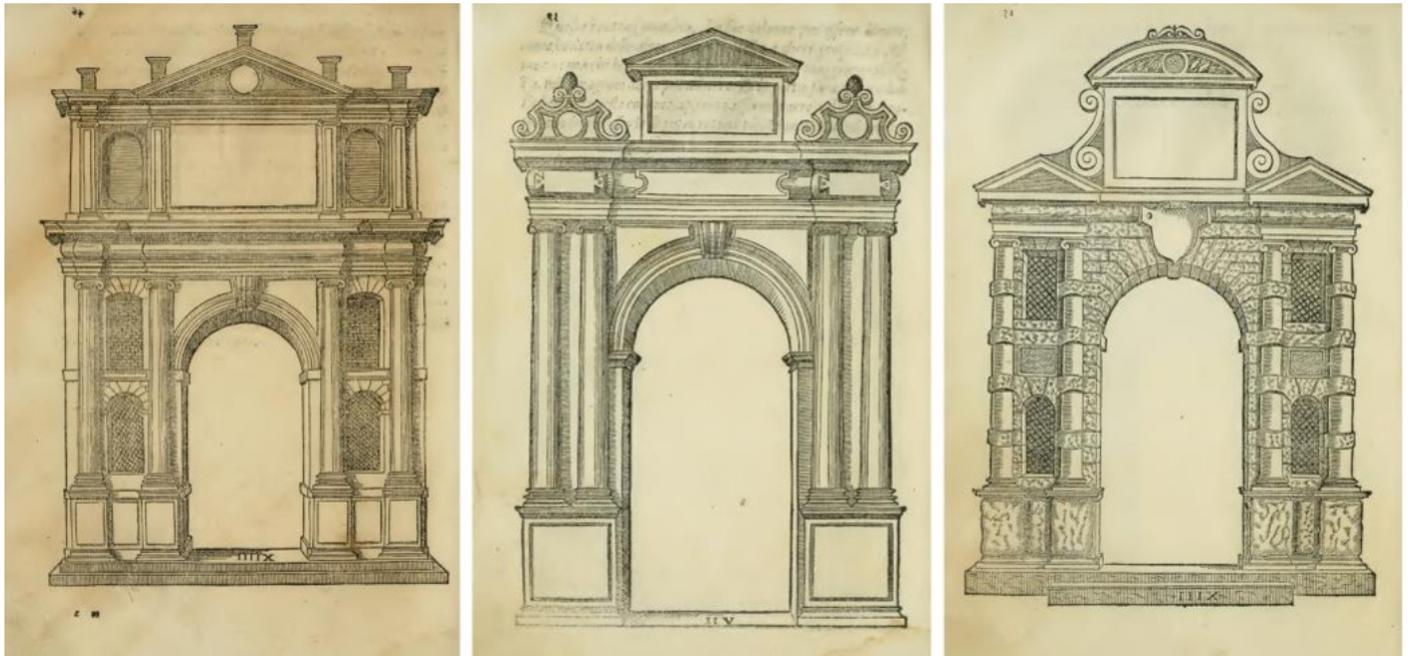
Con estas emociones experimentadas en el espacio barroco, la fenomenología de la experiencia del espacio topológico alcanza una presencia contradictoria entre categorías opuestas: del pasado y del presente, de la sombra y la luz, de la liviandad y la gravedad, en una pieza condicionada por el vacío y la luz como cualificadoras de este. Dicho espacio barroco se nos presenta como más explícitamente topológico, se interpreta como la representación de la geometría relacional de los puntos y nodos enlazados entre sí en continuidad, desde reglas de alteración de la geometría euclídea. Y desde la invariabilidad de las reglas, nacerá la simplificación del módulo.

Cuarta etapa proyectiva: modulación racionalista

Siguiendo la alternancia histórica entre pragmatismo y experimentalidad, tras el Barroco, la Ilustración y el Neoclasicismo establecen una reducción de estructuras visuales desde una aliteración tipológica modular y desde la atención a la ciudad (Lorda, 2018). La relación sistémica de la geometría topológica regresa en el Neoclasicismo a un estado cartesiano, apoyada ya la historia en el conocimiento científico del pasado, y se revela contra mitos históricos recreados en los que se fundamenta formal y plásticamente la arquitectura de la tradición clásica. Además, se necesitan nuevas tipologías para una nueva sociedad civil, y la técnica constructiva incorpora nuevos materiales que ofrecen otras posibilidades incluso estructurales. La modulación iniciada por Jean Nicolás Louis Durand (Figura 13), con su sistema para utilizar plantas clásicas como elementos modulados y acoger nuevos programas arquitectónicos necesitados en una nueva sociedad civil provienen de la incorporación nuevamente de la matemática clásica como sustento geométrico —y por ello formal— y, aunque aparentan ser geoméricamente naturales, quedan delimitadas desde el conveniado artificio cartesiano de las tres direcciones en el espacio, delimitado este únicamente por su forma y dimensión geométrica (Thibault, 2018).

FIGURA 11

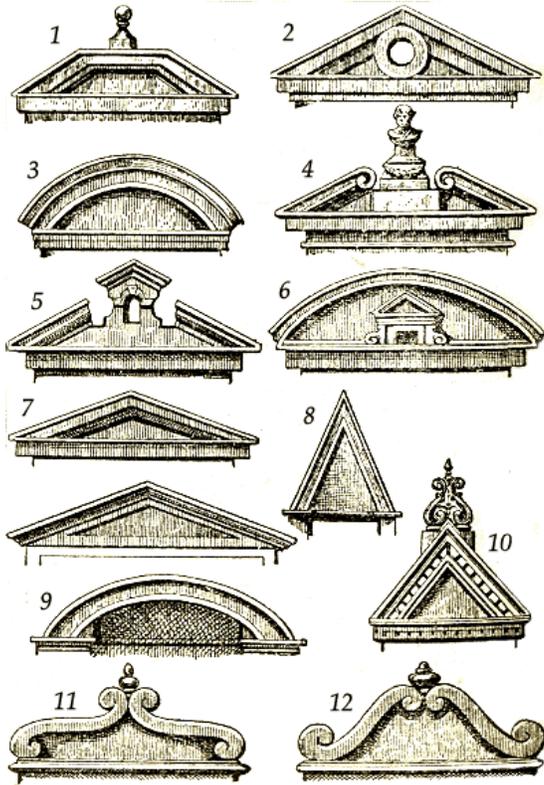
Transformaciones barrocas sobre la portada tardorrenacentista y hacia una portada barroca



Nota Nótese el progresivo dismantelamiento de los esquemas espaciales de distribución de las jerarquías de superposición, respetando, sin embargo, las proporciones del conjunto. Serlio, 1566, Ilustraciones 15, 39 y 45.

FIGURA 12

El frontón barroco, modos y trazados desde el frontón clásico



*Fronton : 1. à pans ; 2. à jour ; 3. circulaire ;
4. brisé ; 5. entrecoupé ; 6. doublé ; 7. surbaissé ;
8. surmonté ; 9. sans retour ; 10. triangulaire ;
11. sans base ; 12. par enroulement*

Nota Augé, 1898-1904, vol. 4, cap. 7-01, p. 89. Archivo del museo Plantin-Moretus.

Esta reducción neoclásica es contestada por las arquitecturas historicistas del Romanticismo y por la nueva figuración natural de los modernismos, y posteriormente, por la abstracción racionalista del Movimiento Moderno. En este, la gravedad se nos descubre desde el orden de la materia en el espacio, tanto en el plano horizontal del forjado como en el inevitable de separación vertical; gravedad que, sin embargo, es vencida por las nuevas técnicas constructivas. Estas admiten cerramientos que no son estructura —y por tanto permiten ventanas horizontales y libre composición del alzado—, cubiertas planas ajardinadas, libre distribución interior y edificios sobre pilotis. Desde esta ilusión de una composición libre, las decisiones de proyecto realizadas desde la alteración de elementos constructivos se convierten, para los arquitectos del Movimiento Moderno (Figura 14), en operaciones sobre las geometrías clásicas de planta, alzado y sección con nuevos sistemas y materiales (Zaparaín Hernández et al., 2018).

Ello implica la redefinición de las estrategias de interacción del proyecto arquitectónico con la naturaleza del espacio y los usos que del mismo puede realizar la sociedad, fundando una potencialidad de uso múltiple y proponiendo una nueva representación de los territorios físicos y geométricos que definen las continuidades de nuevos sistemas estructurales cuya expresión es resultado expreso de la forma (Sempere Martínez, 2020).

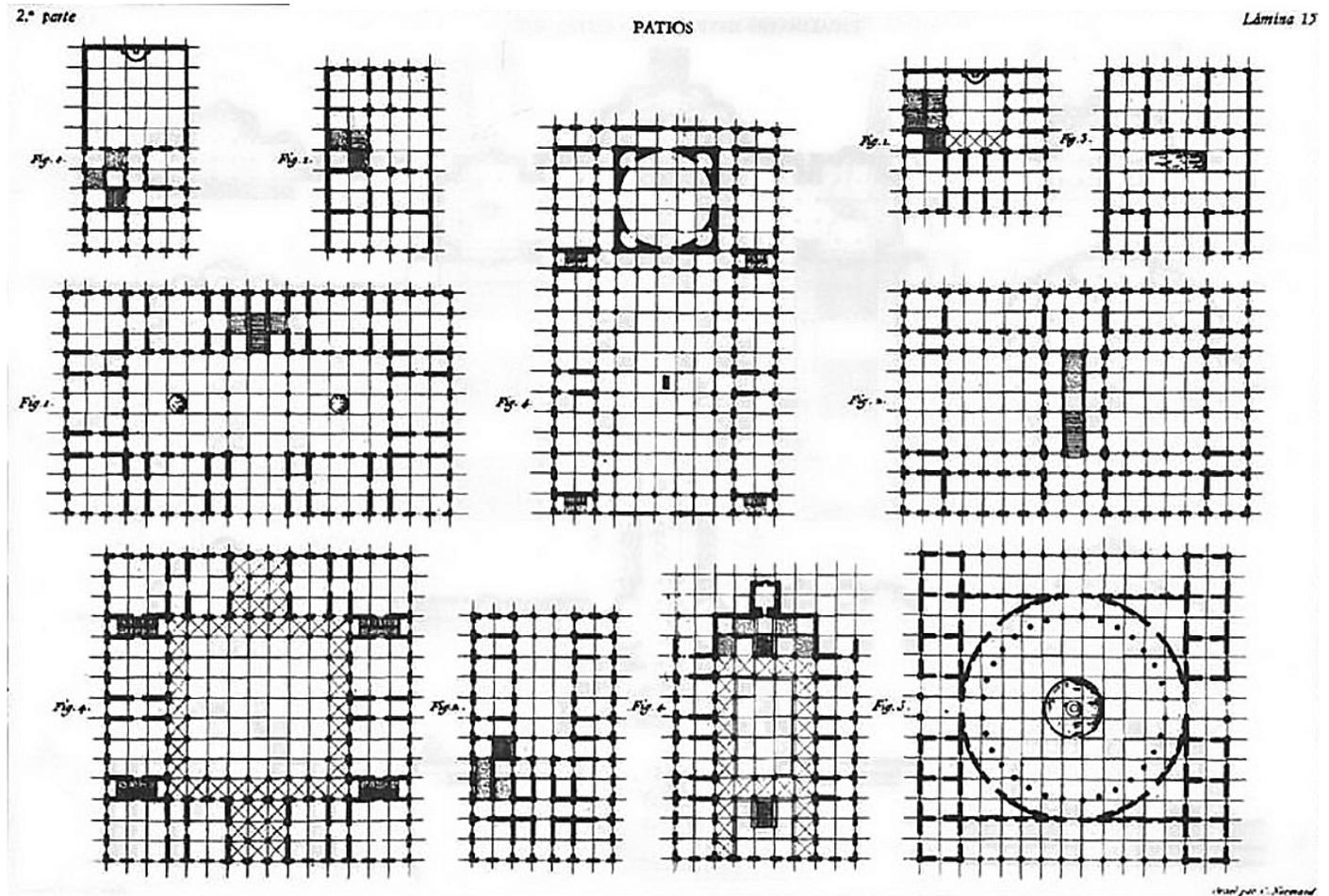
También supone una verdadera innovación de los instrumentos de composición de cualquier posible transformación espacial, puesto que la evolución geométrica del proceso de proyecto como síntesis de las emociones personales —que han reestructurado los lenguajes y las simbologías en el mundo moderno— permite entender dicho proceso desde la sumatoria de geometría no euclidiana y los imponderables de tiempo y luz, así como desde el necesario margen de libertad para la transcripción del proyecto de arquitectura al proceso evolutivo de la historia (López Arquillo, 2021).

Quinta y actual etapa proyectiva integrada

La innovación barroca al proceso de proyecto y la posterior esquematización geométrica del Neoclasicismo explicitan los dos polos potenciales de la topología conformadora del espacio tridimensional. La relación entre este y el volumen exterior posibilita entender, tras la irrupción de las vanguardias arquitectónicas y artísticas de finales del siglo XIX y principios del XX, la libertad generativa desde una topología múltiple como una superación de las limitaciones del estilo arquitectónico de cada época.

Aunque la innovación barroca del pliegue, que supera la previa esquematización geométrica ortogonal, pudo inspirar la superación de la geometría cartesiana y racionalista del Movimiento Moderno, las superficies complejas desde las que se construyen en la

FIGURA 13
Lámina 15, patios



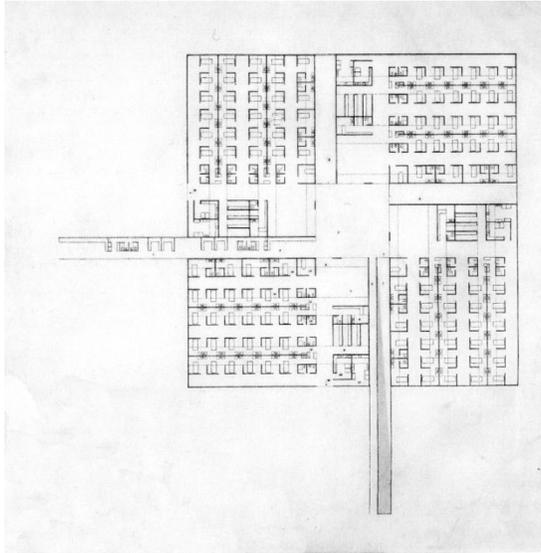
Nota Durand, 1805.

actualidad los espacios topológicos son superficies referenciales y continuas —provocadas por las tecnologías que se han venido desarrollando luego de 20 años de concepción y plasmación gráfica de las propuestas— y no deberían ser interpretadas exclusivamente como resultado proyectivo de avances de CAD, pues de hecho ya se realizaban antes de la aparición del CAD (ver por ejemplo, la obra de los Saarinen o de Utzon), por ello la atribución de la generación formal a un CAD concreto podría ser considerada errónea.

Esta relación entre superficies complejas y herramientas de proyecto se hace explícitamente evidente durante la denominada “tercera generación” del Movimiento Moderno, en la que el racionalismo inicial es parcialmente abandonado en algunas obras para superar los condicionantes formales iniciales del protorracionalismo. Autores como Le Corbusier (con la capilla de Notre Dame du Haut); Oscar Niemeyer (con la ciudad capitolina de Brasilia y, en especial, su catedral metropolitana); Jorn Utzon (con la ópera de Sidney) y Eero Saarinen (con la terminal de la TWA en el aeropuerto JFK

FIGURA 14

Planta de una de las 15 unidades que conforman el proyecto del hospital de Venecia, de Le Corbusier (1962-1965)



Nota © Fundación Le Corbusier. http://www.fondationlecorbusier.fr/corbuweb/morpheus.aspx?sysId=13&IrisObjectId=5784&sysLanguage=en-en&itemPos=1&itemSort=en-en_sort_string1%20&itemCount=1&sysParentName=Home&sysParentId=65

de Nueva York) ejemplifican una libertad geométrica desde un orden estructural que, sin embargo, hubieron de proyectar con herramientas analógicas de representación: lápices, estilográficas y planos (Figura 15) alcanzando la misma complejidad en los esquemas superficiales de obras muy posteriores como las esculturales de Gehry o Calatrava.

No podríamos dejar de pensar sobre si los proyectos de renovación formal del expresionismo estructural en la denominada “tercera generación” del Movimiento Moderno, como Félix Candela, Eladio Dieste y Emilio Duhart (Mondragón López, 2010), hubieran alcanzado aún mayores cotas de libertad formal de haber contado con las actuales herramientas digitales de desarrollo proyectivo.

Por ello, el proyecto de arquitectura en las últimas dos décadas, más allá de los procesos de los períodos Neoclásico, Romántico, modernista y moderno, posee una total libertad en la cadena de toma de decisiones del proyecto, forzando al alejamiento de la filosofía, simplificando la complejidad de lo real mediante una reducción formal de lo aglutinado, debido a la construcción de la imagen inmaterial digital de los renders (Figura 16).

La diferencia entre el render y la estructura topológica de un espacio es en realidad tan difícil como caracterizar el espacio de la arquitectura contemporánea entre liso (o topológico) y estriado (o euclidiano) y no deja de generar polémica, pues tanto un espacio liso como uno estriado cuentan con puntos, líneas y superficies, siendo el último el dominio de los puntos sobre el trayecto o líneas, a diferencia del primero donde el trayecto es el que domina el punto (Deleuze y Guattari, 2004).

FIGURA 15

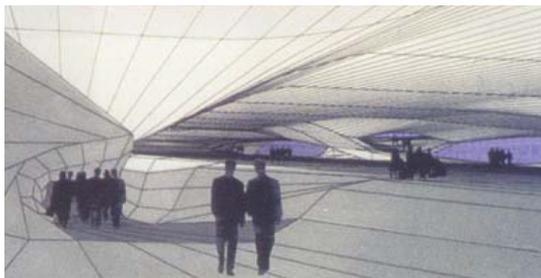
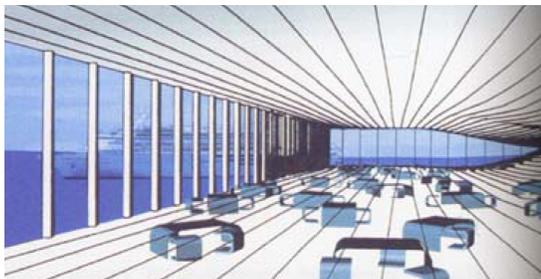
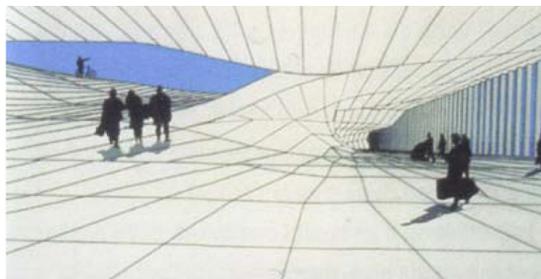
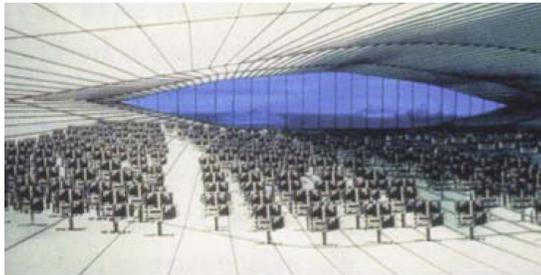
Evolución hacia el expresionismo estructural en obras de la tercera generación del Movimiento Moderno



Nota A: Capilla de Notre Dame du Haut (1950-1955) en Ronchamp (Francia). B: Catedral metropolitana (1959-1970) en Brasilia (Brasil) de Oscar Niemeyer. C: Ópera de Sidney (1957-1973) de Jorn Utzon. D: Terminal TWA del aeropuerto JFK (1955-1962) de Eero Saarinen.

FIGURA 16

Modelización figurativa del proyecto original de la terminal marítima de Yokohama, de FOA (Alejandro Zaera Polo y Farshid Moussavi), 1995-2002



Nota Beigel, K., Caruso, A., John, P. St., Königs, U., & AAGDG94.

Más allá de la geometría y la estructura, los espacios complejos son los asociados a capacidades ópticas y hápticas, constituyen una posibilidad actualizada para una intensificación de las relaciones entre arquitectura y sociedad al revisar los arquetipos de utilización del espacio desde parámetros más allá de la superficie en planta, enriqueciendo la mera geometría de la topología con la fenomenología del habitar. La experiencia de los espacios topológicos va mucho más allá de la visualización, puesto que se basa en la aprehensión del espacio mediante el desplazamiento que posibilita la continuidad, facilitando en estos que la experiencia perceptiva transite hacia la expansión háptica integral, mediante “una presencia y una ausencia, un lugar y un no-lugar que van de la mano en la vinculación interior-exterior, de lo con-céntrico a lo des-centrado” (Gallardo Frías, 2012, p. 118). La diferencia entre espacio topológico y euclidiano se ha construido en la arquitectura contemporánea desde su asimilación al espacio óptico y espacio táctil o háptico, es decir, se asocia a la experiencia del espacio según su capacidad integral de interacción, motivación y emoción.

Así, es el binomio tiempo-luz el factor que aparece con más fuerza como condición de extralimitación de la experiencia arquitectónica sobre la geometría. No será la inclusión de un nuevo parámetro sobre los ejes del espacio (x, y, z), sino del reconocimiento de unas realidades añadidas (t, L) en el proyecto de arquitectura, cuya presencia solo se establece con efectividad sobre la realidad física cuando se integra la misma en el continuo espacio-tiempo de la existencia finita. La importancia de esos dos nuevos no-parámetros físicos o parámetros interpretativos, tiempo asimilado como memoria y luz como añadido fenomenológico y complementario a la geometría, no reside en representar algo ya inexistente (tiempo pasado), sino en que es una imagen del pasado, que se muestra siempre en un contexto muy diferente, cambiante, en torno a ella. Por ello, el trabajo analógico, a mano, conceptual, sigue siendo necesario para la integración de la experiencia personal en el proceso proyectivo con herramientas digitales, pues el aprendizaje de la expresión manual constituye un requisito previo al uso de herramientas digitales (León Cascante y Pérez Martínez, 2018).

El presente físico alterado por la memoria activada desde el fenómeno cambia la experiencia del nómeno y, con ella, la emoción de la experiencia del espacio, complejizándola y trascendiendo los sentidos. En la actualidad, la complejización de las categorías de generación de las estructuras múltiples pueden dispersar la atención clásica a la arquitectura como orden del espacio (Guitart Vilches, 2014).

FIGURA 17

Proyecto del brise-soleil en lámina compleja de aluminio en reproducción de obra gráfica, con soporte tridimensional a chasis contra muro cortina, desarrollado en mecanizado mediante representación de proyección diédrica



Nota Edificio departamental de la Universidad Pompeu Fabra (Barcelona, 1996-2008) de Juan Navarro Baldeweg.

CONCLUSIONES

De las múltiples clasificaciones al orden de la historia de la arquitectura, se propone en esta lectura, desde la topología, una llamada a la libertad geométrica en el proyecto contemporáneo actual desde la relación entre espacio, forma y geometría en diferentes etapas proyectivas. Desde estas, hacer una llamada a los estudiantes de arquitectura —especialmente de los cursos más avanzados— sobre el carácter complementario de la imagen digital para la presentación del proyecto, rescatando el carácter de mera representación —que con las técnicas digitales se ha convertido en una presentación sin inmanencia—, cada vez más alejado del espacio y el tiempo de la arquitectura experimentada del Barroco, que bien podría crearse como el espacio háptico

quiero afirmar con rotundidad que la arquitectura no puede consistir en la resolución de problemas, dado que se trata fundamentalmente de un acto existencial y una proyección (Pallasmaa, 2018, pp. 18-19).

Por ello, la enseñanza de la arquitectura debe facilitar y posibilitar la noción de que espacio y tiempo se encuentran mutuamente sintetizados en una unidad topológica integrada, activando estas categorías desde la experiencia del espacio, una concepción que hoy necesitamos para superar la dicotomía entre la representación de la arquitectura y la experiencia de la arquitectura en sí (Navarro Baldeweg, 2004) y la peligrosa tendencia a la generación desde el CAD o el BIM de geometrías que no se alcanzan a describir, o incluso definir sin estas herramientas digitales (Figura 17).

En los intersticios del espacio aparente colonizado por la fijeza de formas, deben explorar el espacio complementario: un espacio mucho más difícil de apreciar, al estar caracterizado por el salto o la acción a distancia: por el tránsito de algo sobre otra cosa con la que no guarda una relación determinada (Navarro Baldeweg, 2004, pp.37-38).

REFERENCIAS

- Álvarez Falcón, L. (2014). El lugar en el espacio: Fenomenología y Arquitectura. *Fedro: Revista de Estética y Teoría de las Artes*, (13), 17-30. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5064196>
- Arranz, C. L. (2021). La arquitectura barroca: ¿artificiosa o natural? *Arte Nuevo. Revista De Estudios Áureos*, 8, 218-229. <https://doi.org/10.14603/8F2021>
- Augé, C. (Dir.) (1898-1904). El frontón barroco, modos y trazados desde el frontón clásico [Ilustración]. En *Nouveau Larousse Illustré en 7 volumes*. Éditions Larousse.
- Beorlegui, C. (2007). Filosofía de la mente: visión panorámica y situación actual. *Realidad: Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, (111), 121-160. <https://doi.org/10.5377/realidad.voi111.3420>
- Beigel, K., Caruso, A., John, P. St., Königs, U., & AAGDG94. (1995). Yokohama international port terminal competition. *AA Files*, 29, 22-38. <http://www.jstor.org/stable/29543946>
- Briones, C. (2007). Habitar digital, arquitectura sensible al hombre. *Revista de Arquitectura*, 13(16), 88-93. <https://doi.org/10.5354/0719-5427.2007.28208>
- Breitwieser, S. (2015). *Salzburg Unbuilt, 1606-2003. Catálogo de la exposición*. Holzindustrie Holzcluster Salzburg.
- Cahiza, P., Iniesta Di Cesare, M.L., Sabatini, G. y Ots, M.J. (2018). Arquitectura y materialidad de la interacción social en la comunidad aldeana del Chañarcito, Los Molinos, La Rioja. *Estudios Atacameños*, 1(57), 25-44. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-10432018005000703>
- Calatrava Escobar, J. (1991). Arquitectura y naturaleza: el mito de la cabaña primitiva en la teoría arquitectónica de la Ilustración. *Gaceta de Antropología*, (8), 09. <https://doi.org/10.30827/digibug.13663>
- Campo Baeza, A. (1996). Cajas, cajitas y cajones. Sobre lo estereotómico y lo tectónico. En *La idea Construida. La Arquitectura a la luz de las palabras* (pp. 124-129). Nobuko.
- De Esteban Garbayo, J. (2018). De lo mecánico a lo plástico. *Revista de Arquitectura*, 23(35), 14-23. <https://doi.org/10.5354/0719-5427.2018.47879>
- De Lorenzo Martínez, J. (2002). Leibniz y la Matemática. *Thémata: Revista de Filosofía*. 29(1), 45-52.
- Deleuze, G. y Guattari, F. (2004). *Mil mesetas: capitalismo y esquizofrenia*. Pre-textos.
- Delleuze, G. (1989). *El pliegue: Leibniz y el Barroco*. Paidós.
- Diamond, J. (2020). *Armas, gérmenes y acero*. Debolsillo.
- Dilauro, A. V., & Pavone, R. (2021). Hypogean Architecture: Apparent Simplicity and Effective Complexity. F. Bianconi, & M. Filippucci (Eds.), *Digital Draw Connections* (pp. 977-997). Springer.
- Durand, J. N. L. (1805). *Lámina 15, patios* [Plano]. Archivo de la Universidad Politécnica de París. Cod. OL24237893M.
- Ferreira, M. (2016). *Embodied Emotions: Observations and Experiments in Architecture and Corporeality*. Faculdade de Arquitectura da Universidade de Lisboa.

- Gallardo Frías, L. (2012). De lo con-céntrico a lo des-centrado. Reflexiones sobre el lugar y el no-lugar en la arquitectura. *Revista de Urbanismo*, 14(26), 106-120. <https://doi.org/10.5354/0717-5051.2012.20926>
- García Sánchez, R. y Salmerón, J. M. (2020). La soportable levedad del límite en la arquitectura de finales del siglo XX: análisis de cuatro casos. *Cuadernos de Música, Artes Visuales y Artes Escénicas*, 15(2), 34-53. <https://doi.org/10.11144/javeriana.mavae15-2.lslld>
- Guitart Vilches, M. (2014). *Filtros de mirada y luz: una construcción visual del límite arquitectónico*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Herrmann, W. (1984). *Gottfried Semper: in search of architecture*. The MIT Press.
- Laugier, M. A. (1755a). *Essai sur l'architecture* (197 ed.). (P. Mardaga, Ed., & R. A. Gordo, Trad.) Facsímil.
- Laugier, M. A. (1755b). *El refugio* [Grabado]. Colección Getty R.I. Archive. OpenLibrary edition id. OL24349583M
- León Cascante, Í. y Pérez Martínez, J. J. (2018). Docencia colaborativa en bim. desde la tradición y dirigida por la expresión gráfica arquitectónica. *EGA. Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica*, 23(32), 76-87. <https://doi.org/10.4995/ega.2018.9077>
- López-Arquillo, J. D. (2021). *La filosofía construida: a propósito de la casa Wittgenstein*. Diseño.
- Lorda, J. (2018). Arquitectura clásica: una arquitectura de la urbanidad. *Revista De Arquitectura*, 3, 33-44. <https://revistas.unav.edu/index.php/revista-de-arquitectura/article/view/25966>
- Mondragón López, H. (2010). *El discurso de la Arquitectura Moderna. Chile 1930- 1950. Una construcción desde las publicaciones periódicas*. Facultad de Arquitectura Diseño y Estudios Urbanos.
- Moreno Sperling, D. (2008). Entre conceptos, metáforas y operaciones: convergencias de la topología y la arquitectura contemporánea. *Gestión y Tecnología de Proyectos*, 3(2), 24-55. <https://doi.org/10.4237/gtp.v3i2.77>
- Navarro Baldeweg, J. (2004). *La habitación vacante*. Pre-textos.
- Pallasmaa, J. (2018). *Esencias*. Gustavo Gili.
- Parra Bañón, J. J. (2015). Conjeturas acerca de la caverna como arquitectura. *Documentos de Arquitectura y Patrimonio*, (8), 17-28.
- Pérez-Herrerías, J. (2012). Nuevas especies de espacios. *ARQ*, 1(82), 30-37. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-69962012000300005>
- Riegl, A. (1992). *El arte industrial tardorromano*. La balsa de la medusa.
- Rosengarten, A., & Collett-Sandars, W. (1995). *A Handbook of Architectural Styles*. Charles Scribner's Sons. Edición original publicada en 1886.
- Sempere Martínez, E. (2020). *Sistemas estructurales en el Movimiento Moderno. La estructura como agente transformador del espacio* (Vol. 1). Universidad de Alicante.
- Sanchidrián Torti, J., Medina Alcaide, M.A., Liñán, C., Del Rosal, Y., Cobos-Pastor, J.M., Ruiz-Márquez, R.M. y Torres Riesgo, A.J. (2017). Regreso a la cueva de El Morrón (Torres, Jaén): revisión arqueológica treinta y cinco años después de su descubrimiento. *Munibe Antropología-Arkeologia*, 68. <https://doi.org/10.21630/maa.2017.68.02>

The Grope. (June 9-14, 2003) [Dibujo]. The Wasatch Topology Conference and The 20th Annual Workshop in Geometric Topology, Utah. <https://math.byu.edu/~wright/conference%20and%20workshop/workshop.html>

Thibault, E. (2018). Continuidad y transformaciones de modelos pedagógicos en la École Polytechnique (1867-1910). *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 20(2), 110-126. <https://doi.org/10.14718/revarq.2018.20.2.2149>

Trachtenberg, M. y Hyman, I. (1986). *Arquitectura: de la prehistoria a la modernidad*. Akal.

Viollet Le Duc, E.E. (1875). *Diccionario razonado de la arquitectura francesa de los siglos XI a XVI*. Vol 8. Gründ.

Zaparáin Hernández, F., Ramos Jular, J. y Llamazares Blanco, P. (2018). Le Corbusier: estructura ambigua y disolución de la trama. *ZARCH: Journal of Interdisciplinary Studies in Architecture and Urbanism*, (11), 94-109. https://doi.org/10.26754/ojs_zarch/zarch.2018113209

Recibido: 27 de marzo de 2022 / Aceptado: 11 de mayo de 2022