

ARQUITECTURAS SIN FIN ARCHITECTURES WITHOUT END

Magda Mària i Serrano

RESUMEN El orden interno de las formas, sus instrumentos de crecimiento y la múltiple combinatoria que de ellos se deriva, constituyen una fuente inagotable de inspiración y un sólido instrumento de control del proyecto. Este ensayo analiza una serie de ejemplos arquitectónicos cuya resolución formal y constructiva se basa en las espirales, unas geometrías cuya característica fundamental es su capacidad de crecimiento ilimitado. Presentes en la naturaleza y en las estructuras de los elementos, las espirales incorporan el tiempo, la energía y la materia en su desarrollo y, por ello, han simbolizado a lo largo de la historia, la evolución y la vida. Su compleja organicidad y su ausencia de límites son algunos de los motivos por los cuales su traslación a la arquitectura condiciona la manera de construir, utilizar y percibir los espacios que de ellas se derivan, convirtiéndolos en dinámicos, expansivos y excepcionales.

PALABRAS CLAVE espiral; arquitectura; sistemas de crecimiento infinito

SUMMARY The internal order of forms, their instruments of growth and the multiple combinations derived from them, constitute an inexhaustible source of inspiration and a solid tool for the control of the project. This essay analyses a series of architectural examples whose formal and constructive resolution is based on spirals, geometries whose fundamental characteristic is the capacity for limitless growth. Present in nature and elemental structures, spirals incorporate time, energy and matter in their development and have symbolised evolution and life throughout history for that reason. Their complex organizational possibilities and limitlessness are two of the reasons why their translation to architecture conditions the way to construct, use and perceive the spaces derived from them, making them dynamic, expansive and exceptional.

KEY WORDS spiral; architecture; systems of infinite growth

Persona de contacto / Corresponding author: magda.maria@upc.edu. Escola Tècnica Superior d'arquitectura del Vallès. Universitat Politècnica de Catalunya

Proyecto, Progreso, Arquitectura. N8 "Forma y construcción en Arquitectura". Mayo 2013. Universidad de Sevilla. ISSN 2171-6897 / ISSN 2173-1616 / 26-09-2012 recepción-aceptación 04-03-2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.42795/ppa.2013.i8.06>

INTRODUCCIÓN

Durante las décadas centrales del siglo XX, se desarrollan tanto en Europa como en América una serie de proyectos artísticos y arquitectónicos basados en formas espirales. Algunos de ellos, constituidos por partes diferenciadas, utilizan estas geometrías infinitas como trazas invisibles en las que apoyar su composición. Otros, en cambio, trasladan literalmente al espacio distintas formas en espiral, de manera que estas figuras se erigen en protagonistas absolutas del proyecto.

No es de extrañar que este tipo de producciones se lleven a cabo a lo largo de los años 1950 y 1960 del siglo pasado. Durante estas décadas inmediatamente posteriores a la Segunda Guerra Mundial, los progresos científicos sacan a la luz una alta cifra de descubrimientos relacionados con las micro y macroestructuras formales de la materia y el universo. Estos avances abren todo un campo de experimentación formal del que se nutren la arquitectura y las distintas disciplinas artísticas. Al mismo tiempo, la arquitectura asume un relativismo derivado de una organicidad más atenta a la naturaleza, y no tanto

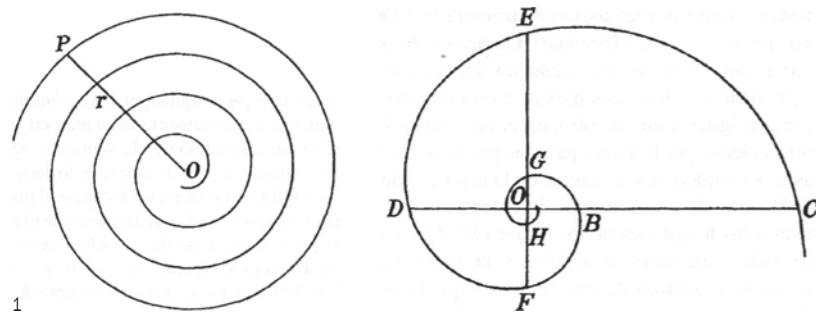
a los avances tecnológicos tan vigentes a inicios del siglo XX. Sin embargo, la utilización de geometrías infinitas por parte de artistas y arquitectos y la constatación de su presencia en formas y fenómenos de la naturaleza no es exclusiva de estas décadas. A lo largo de la historia, ejemplos puntuales verifican la importancia que las espirales tienen no sólo en la cultura occidental, sino en otras culturas milenarias, traspasando civilizaciones y compartiendo un similar significado simbólico: son las formas que representan la expansión energética, el crecimiento y la vida.

CIENCIA, GEOMETRÍA Y ARTE: D'ARCY THOMSON Y SIR THEODORE COOK

A principios del siglo XX, los científicos ingleses D'Arcy Thomson y Sir Theodore Cook publican por primera vez unos estudios que demuestran cómo los mecanismos de despliegue en espiral o en hélice que manifiestan muchas formas naturales son utilizados también en obras artísticas y arquitectónicas.

El profesor de zoología escocés D'Arcy Thomson define en su libro de 1917 *Sobre el crecimiento y la forma*¹

1. Thomson, D'Arcy: *On Growth and Form*. Cambridge: The Press Syndicate of the University of Cambridge, 1917. *Sobre el crecimiento y la forma*. Madrid: Cambridge University Press, 2003.



1

1. Esquema de las espirales uniforme y equiangular, según d'Arcy Thomson.
2. Andrómeda nebula reproducida en el libro de Theodore Cook, *The Curves of Life*.
3. Ilustración de portada del libro de Theodore Cook, *The Curves of Life*.

las espirales: son curvas que, empezando desde un punto de origen, disminuyen continuamente su curvatura al alejarse de él. Por tanto, su radio, crece sin parar. Thomson distingue dos clases de espirales: la uniforme o de Arquímedes y la logarítmica o equiangular² (figura 1). Esta última tiene un significado profundo, pues en ella se halla representada la vida misma: el crecimiento sin fin de los procesos vitales a partir de un punto de partida, un origen. En las formas naturales, las espirales logarítmicas aumentan de tamaño gracias a la materia acumulada. El gran número de estructuras que presentan estos sistemas de crecimiento están constituidas por materia segregada o depositada por células vivas. La concha del *nautilus* marino, la del caracol terrestre, el colmillo del elefante o las uñas de un gato, crecen de forma ininterrumpida gracias al tejido celular acumulado. Y lo mismo sucede con las partículas que basan su reproducción en la repetición de partes semejantes, como las semillas del girasol o las esporas de una piña. Sus formas son iguales, pero difieren entre ellas en edad, magnitud y cantidad de materia, que aumentan a medida que se alejan del origen.

Las propiedades específicas de la espiral logarítmica son múltiples³, pero la más relevante es la que constata que esta figura creciente incorpora el tiempo en su desarrollo. Sus giros se van ampliando de manera continua, pero lo extraordinario es que en ningún momento cambia su forma⁴. Tal como afirma Thomson, la espiral logarítmica, de manera análoga a la concha del caracol,

crece de tamaño al igual que la criatura que alberga, pero conserva la relatividad constante de crecimiento y semejanza de forma. Jakob Bernoulli, el matemático suizo que durante el siglo XVII consigue formularla por vez primera, ordena grabar sobre su tumba una espiral junto al siguiente epitafio: "*eadem mutato resurgo*"⁵, que significa, "*a la vez cambio y resurrección*". Las cualidades de este desarrollo formal quedan así concisamente identificadas: el continuo cambio basado en el renacimiento simultáneo de la misma forma. En esta misma línea, culturas primitivas adoptan las espirales como signos de fecundidad y, por tanto, de origen de vida⁶. Y la tradición cristiana utiliza las espirales presentes en las conchas de los moluscos como símbolo de la resurrección. Desde tiempos inmemoriales se introducen en los féretros de los difuntos conchas de caracol, pues éstas son el emblema del cuerpo humano que encierra en una envoltura exterior el alma que da vida al ser, representada por el cuerpo del molusco⁷.

En su representación espacial, la espiral logarítmica se asemeja a un cono que se enrolla sobre sí mismo. En cambio, la espiral uniforme o de Arquímedes es comparada con la manera como un marinero enrosca una cuerda sobre la cubierta de un barco. Si la cuerda tiene un grosor uniforme, cada vuelta va resiguiendo el diámetro de la curva precedente⁸.

El libro de Thomson se presenta como un magnífico estudio en el que se relacionan tres disciplinas aparentemente dispares: la cultura clásica, las matemáticas

2. La espiral logarítmica fue reconocida por primera vez por Descartes y discutida públicamente en 1638.

3. Las propiedades específicas de la espiral logarítmica o equiangular están relacionadas unas con otras: los radios vectores, los ángulos, o los sectores cortados por radios sucesivos.

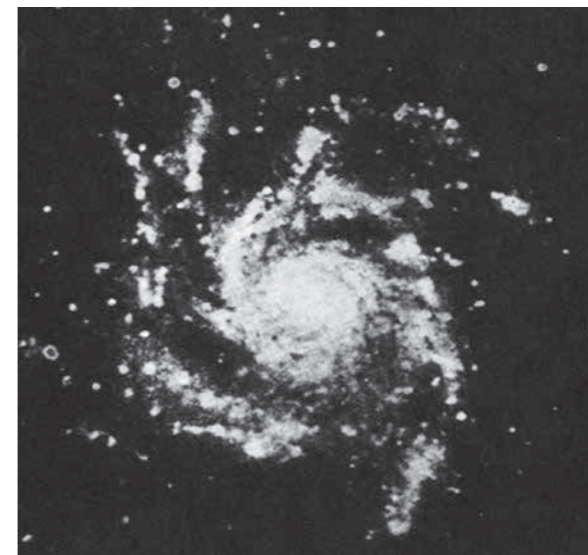
4. "Si, en lugar de desplazarse con una velocidad uniforme, nuestro punto se mueve a lo largo del radio vector con una velocidad que se incrementa conforme aumenta su distancia al polo, entonces el camino descrito se denomina espiral equiangular". Thomson, D'Arcy: op. cit., 2003, pp. 175.

5. Hoffman, J.E.: "Bernoulli, Jakob I". En *Dictionary of Scientific Biography*, 2. New York: Charles Scribner's Sons, 1970-80, pp. 46-51.

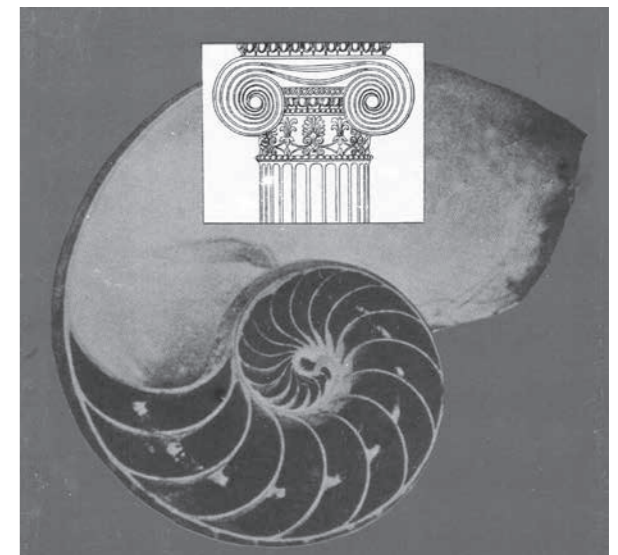
6. En el observatorio y necrópolis celta de Newgrange, construido en Irlanda hacia el 3.200 a.C., grandes piedras labradas exponen en su superficie formas espirales, símbolo de la fecundidad.

7. Charbonneau-Lassay, Louis: *Le Bestiaire du Christ. La mystérieuse emblématique de Jésus-Christ*. Bruges: Desclée de Brouwer, 1940. Citado en: Bachelard, Gaston: *La poética del espacio*. Madrid: Fondo de Cultura Económica, 1965, pp. 140-170.

8. "Si, mientras el radio vector gira uniformemente alrededor del polo, un punto se desplaza con velocidad uniforme sobre él, la curva descrita se llamará espiral uniforme o espiral de Arquímedes". Thomson, D'Arcy: op. cit., 2003, pp. 174.



2



3

y la zoología. Pero este trabajo integrado tiene un claro precedente en el libro publicado en 1914 por Sir Theodore Cook: *The curves of life*⁹. Cook demuestra que la formación de espirales y hélices se encuentra íntimamente conectada con los mundos orgánico, inorgánico y microscópico. En el primero, estas formas aparecen en la estructura de plantas, moluscos, conchas, invertebrados, cornamentas, colas de mamíferos y, también, en el cuerpo humano. En el segundo, espirales y hélices se manifiestan en fenómenos eléctricos y de expansión energética como remolinos y tornados; en astronomía, aparecen en nebulosas como la *andrómeda nebula* (figura 2). En el tercero, la doble hélice del ADN, las estructuras orgánicas de crecimiento celular y la periodicidad de los elementos atómicos, son ejemplos significativos.

Al mismo tiempo, Theodore Cook relaciona estos fenómenos con las teorías artísticas que argumentan la belleza pues, según él, el arte interpreta a la naturaleza, de la cual forma parte. La misma imagen que acompaña la portada de su libro superpone el dibujo de un capitel jónico a la fotografía del interior de la concha de un *nautilus* (figura 3). Y en el capítulo dedicado a los elementos arquitectónicos en desarrollo espiral, columnas helicoidales o escaleras de caracol tan significativas como la del castillo

de Blois, atribuida a Leonardo da Vinci¹⁰, son comparadas de manera morfológica, matemática y constructiva con organismos naturales: principalmente con conchas de moluscos o tallos vegetales. En este sentido, la utilización de la espiral en base fi —*la ratio de Phidias*—, llamada también número de oro, sección áurea o divina proporción, se revela como una suerte de llave que explica este gran número de fenómenos naturales relacionados con el crecimiento y, al mismo tiempo, garantiza su aplicación en formas artísticas y arquitectónicas¹¹.

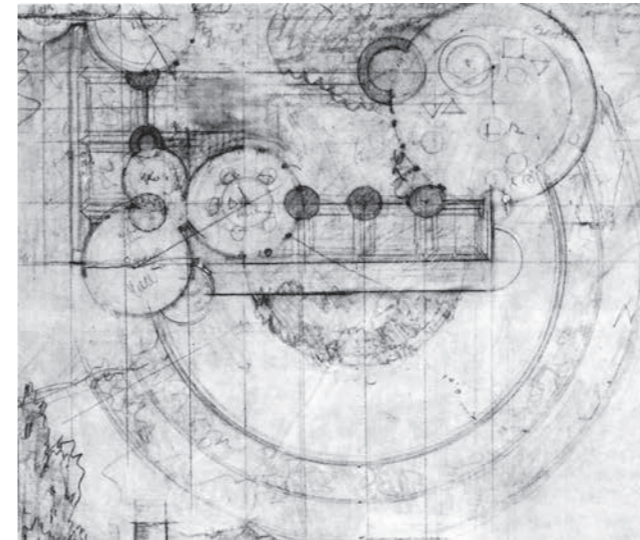
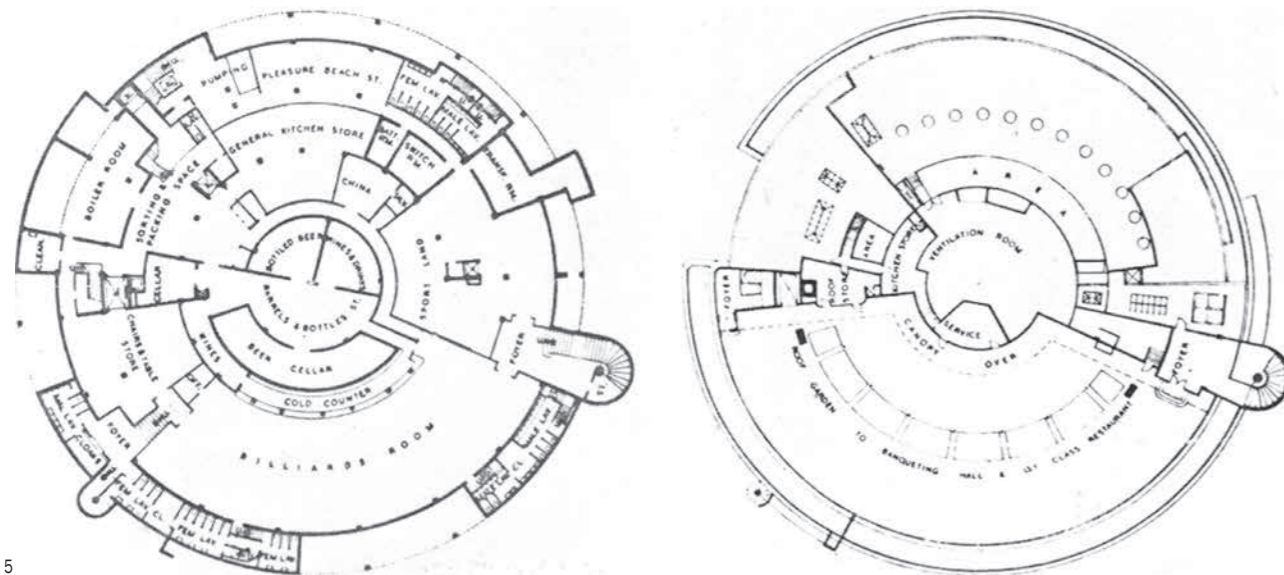
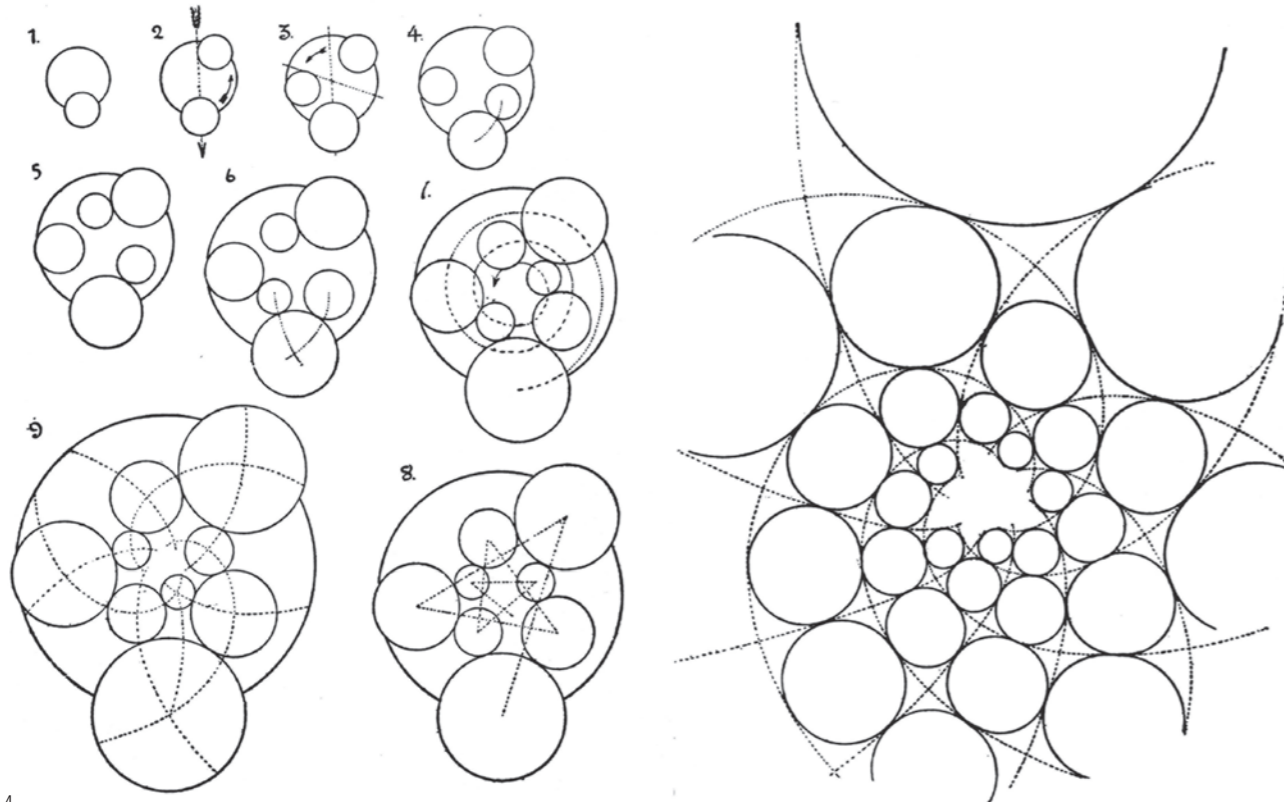
Cook también reproduce en su libro un compendio de esquemas en los que se observa, por una parte, el crecimiento y la reproducción de los círculos siguiendo diversos desarrollos en espiral y, por otra, se atestigua la deuda que tienen estas reproducciones crecientes de unidades circulares con la serie de Fibonacci (figura 4). Un orden creciente de círculos similares que, como sucede con las semillas del girasol o las esporas de la piña, acumulan superficie a medida que se alejan del origen. Estos gráficos publicados por Cook ofrecen la posibilidad de aplicar el crecimiento en espiral de dos maneras distintas: mediante un conjunto de formas similares que van aumentando de tamaño, librando un vacío en el punto donde se origina su nacimiento, o a través de una línea vertebradora

9. Cook, Theodore: *The Curves of Life*. London: Constable and Company, 1914. New York: Dover Publication, 1979. Este libro tiene un precedente en un ensayo publicado por el mismo autor en 1903. Ver: Cook, Theodore: *Spirals in Nature and Art*. London, 1903.

10. Leonardo da Vinci es uno de los artistas que, de manera premonitory, observa la presencia de espirales y hélices en la naturaleza, trasladándolas a su trabajo. En los dibujos de los bustos de Escipión el Africano o de Leda, aparece una gran caracola; los estudios del movimiento del agua, el polvo y el humo manifiestan la energía que se expande a través de estas formas; proyectos de artilugios, construcciones de ingeniería y escaleras, se resuelven con espirales y hélices. Entre las escaleras más conocidas atribuidas a Leonardo se encuentran las de los castillos de Bloise y Chambord. Ver: Pedretti, Carlo: *Leonardo architetto*. Milano: Electa, 1978, pp. 247.

11. Siguiendo la estela de los libros de d'Arcy Thomson y Theodore Cook, Mathila Ghika publica una década después *Estética de las proporciones en la naturaleza y en las artes y El número de oro*. En ambos libros desarrolla de manera más amplia y específica la teoría de la proporción áurea y su aplicación al arte y a la arquitectura. Ver: Ghika, Mathila: *Esthétique des Proportions dans la Nature et dans les Arts*. Paris: Gallimard, 1927.; Paris: Gallimard, 1931.

4. Esquemas de crecimiento 3+5 y crecimiento excéntrico curvo 5+8, según Theodore Cook.
5. Joseph Emberton, Casino. Blackpool, 1939. Plantas.
6. Frank Lloyd Wright, Ralph Jester House, 1938-40. Planta.



6

continua que sigue la fuerza motriz de la expansión. Será precisamente la combinación de estas dos opciones, con sus múltiples variables, la que aplicará la arquitectura de mediados del siglo XX en algunos proyectos ejemplares.

TRAZAS ESPIRALES Y FORMAS SIMILARES EN ARQUITECTURA: EMBERTON Y WRIGHT

Dos décadas después de la aparición de estas publicaciones, el arquitecto y teórico inglés Joseph Emberton (1889-1956), utiliza directamente uno de los diagramas de Cook para proyectar y construir el casino de Blackpool (1933-1939)¹². Aunque sus obras arquitectónicas se identifican con la estética y las ideas del movimiento racionalista inglés, Emberton es pionero en su generación en aplicar esquemas dinámicos a la arquitectura. Siguiendo el esquema de crecimiento 3+5 reproducido por Cook, utiliza la misma dispersión controlada de formas circulares que van aumentando logarítmicamente de tamaño para organizar, en este casino, todas las partes del programa (figura 5). De hecho, en la memoria del proyecto adjunta los mismos esquemas de crecimiento que el naturalista y matemático inglés utiliza en su libro *The curves of life*, sobre los que dibuja a lápiz la línea de crecimiento espiral que une los centros de las distintas circunferencias¹³. De manera análoga a estos diagramas, libera en el centro del edificio un espacio circular vacío que coincide con el origen de la expansión formal.

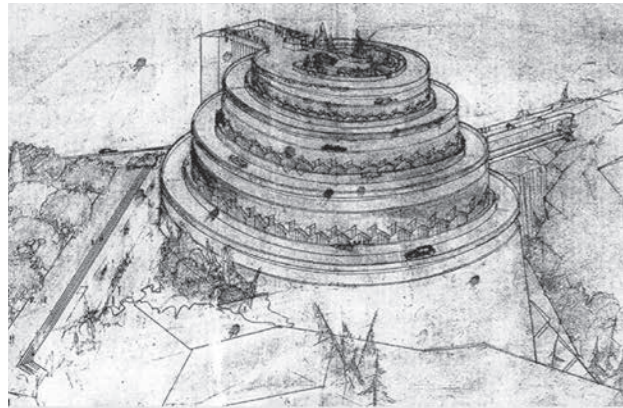
12. Emberton manifiesta de manera explícita, tanto en sus obras escritas como en sus edificios, su interés por temas tan diversos como la ética y la estética, la forma y la proporción. Entre sus libros de referencia a los que alude constantemente se encuentran títulos tan significativos como *Dynamic Symmetry* de Jay Hambidge, *Nature's Harmonic Unity* de Samuel Colman y, por supuesto, *The curves of life* de Sir Theodore Cook. Ver: Hambidge, Jay: *Dynamic Symmetry: The Greek Vase*. Yale University Press, 1920. Colman, Samuel; Coan, Clarence Arthur: *Nature's Harmonic Unity. A treatise on its relation to proportional form*. G.P. Putnam's Sons, 1912.

13. Ind, Rosemary: *Emberton*. London: Scolar Press, 1983.

El edificio finalmente construido en Blackpool, circunscrito por otro gran círculo, no expresa exteriormente la dispersión controlada de circunferencias presentes en el esquema de Cook. Sin embargo, la iniciativa de Emberton resulta fundamental para entender un reducido, pero no por ello menos significativo, número de proyectos de alguno de los principales arquitectos de su época.

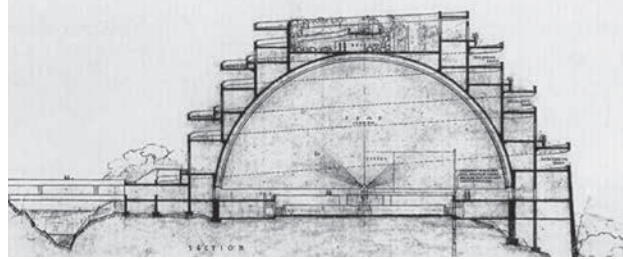
Coincidiendo con el diseño y la construcción del edificio de Emberton, desde mediados de los años 30 del siglo pasado, Frank Lloyd Wright desarrolla de manera puntual diversos proyectos basados en sistemas de crecimiento continuo. Como en la planta del casino de Blackpool de 1933 y, de manera análoga a los esquemas del libro de Cook de 1914, Wright utiliza en sus composiciones un conjunto de circunferencias que se organizan siguiendo el trazado hipotético de una espiral. Esta figura, por tanto, constituye el soporte virtual de las partes del proyecto, la estructura dinámica que permite el crecimiento y la anexión de diferentes partes circulares.

En la Ralph Jester House, proyectada en 1938 y exhibida en el MOMA de Nueva York en 1940, un conjunto de círculos de tamaños distintos se yuxtaponen o intersecan, distribuyéndose por la parcela como si fueran pabellones dotados de funciones diferentes. Las distintas partes de la vivienda y su particular mobiliario se insertan sin problemas en el interior de los círculos, pues están proyectadas para construirse en contrachapado de madera, un material fácilmente adaptable a la curvatura. El conjunto se deposita parcialmente dentro de un doble círculo mayor que, por un lado penetra en la casa y hace las funciones de piscina y, por otro, encadena virtualmente los distintos pabellones, de modo parecido a los esquemas de Cook (figura 6). Los cuerpos en forma de conchas o platos volantes de tamaños diversos del Play Resort and Sports Club de Hollywood (1947) conviven también con plataformas circulares. Todos estos elementos se distribuyen de manera centrípeta desde un eje central, flotando

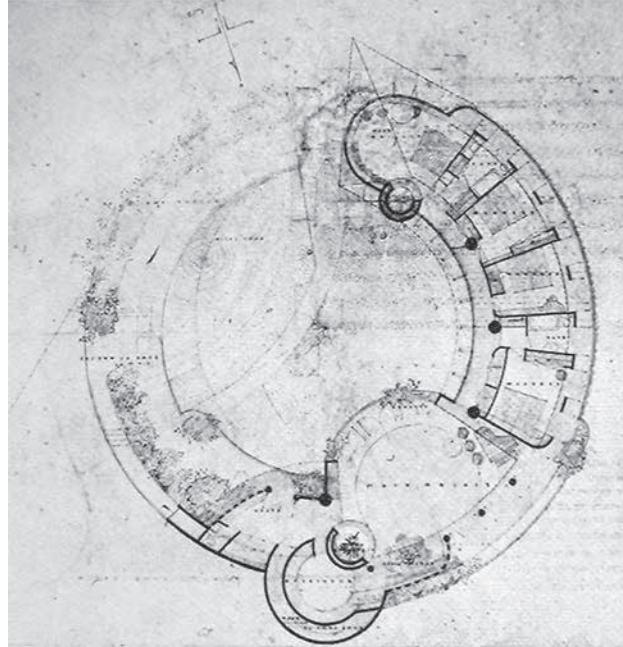
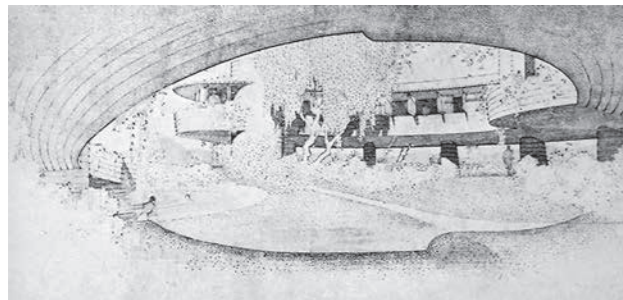


7. Frank Lloyd Wright, Gordon Strong Planetarium, 1925. Perspectiva y sección.

8. Frank Lloyd Wright, casa de David Wright. Phoenix, 1950. Planta superior y perspectiva interior patio.



7



8

sobre el terreno como si fueran orbitales. En la torre de los laboratorios Johnson (1944–50), el núcleo central se descompone en varios círculos crecientes que albergan escaleras, ascensores y servicios.

La voluntad experimental de Wright con las formas espirales surge de manera premonitoria en las propuestas de 1924–25 para el Gordon Strong Planetarium, una suerte de observatorio astronómico que no llega a construir, compuesto interiormente por una gran cúpula hemisférica sobre la que se apoya una gran rampa exterior que va disminuyendo de radio de curvatura a medida que va ascendiendo. Su función es doble: el interior se utiliza como planetario, teatro y sala de proyecciones; y el desarrollo espiral exterior posibilita la circulación de los automóviles para, desde la cumbre, observar los astros y adorar a la naturaleza (figura 7). La imagen de este proyecto, similar a los ziggurats babilónicos o a las representaciones pictóricas de la Torre de Babel¹⁴, queda latente en la memoria de Wright, pues los primeros bocetos para el Museo Guggenheim de Nueva York de 1944 son muy parecidos a este observatorio.

Durante las primeras décadas del siglo XX, diversos arquitectos contemporáneos a Wright utilizan interpretaciones parecidas del esquema formal y funcional del zigurat en algunos proyectos significativos. Vladimir Tatlin, Albert Kahn, Friedrich Kiesler, Konstantin Melnikov o Le Corbusier, proyectan o construyen grandes artefactos artificiales configurados por recorridos espirales exteriores que permiten transitar hasta su cumbre¹⁵. Pero para el arquitecto norteamericano, esta imagen se convierte en un tema recurrente a lo largo de toda su trayectoria profesional, aplicado más adelante en varios proyectos. Entre otros, destacan la organización del Community Center de Pittsburg (1947) o la manipulación de la topografía de The Donahoe Triptych for Mrs. D. J. Donahoe en Phoenix (1959).

A diferencia de estas propuestas más explícitas en las que el desarrollo espiral hace las funciones de estructura, circulación y fachada del edificio, en otras construcciones más complejas de estos años, Wright aplica de manera simultánea los dos sistemas espirales dibujados por Emberton sobre el esquema de Cook: la dispersión atomizada de círculos en crecimiento logarítmico, y el trazado de una espiral continua en forma de rampa o escalera que se desarrolla alrededor de un espacio vacío circular

central. El resultado de esta combinatoria son edificios generalmente autistas, formados por piezas perimetrales volcadas a un centro proporcionalmente mayor por el que discurre una rampa o escalera helicoidal que las conecta. En el proyecto de 1941 para la Burlingham House de El Paso (Texas), o en la casa de su hijo David en Phoenix (1950–52) (figura 8), una rampa recorre perimetralmente un gran patio circular abierto, descendiendo o ascendiendo hacia las diferentes partes de la vivienda, enterradas o elevadas respecto al terreno.

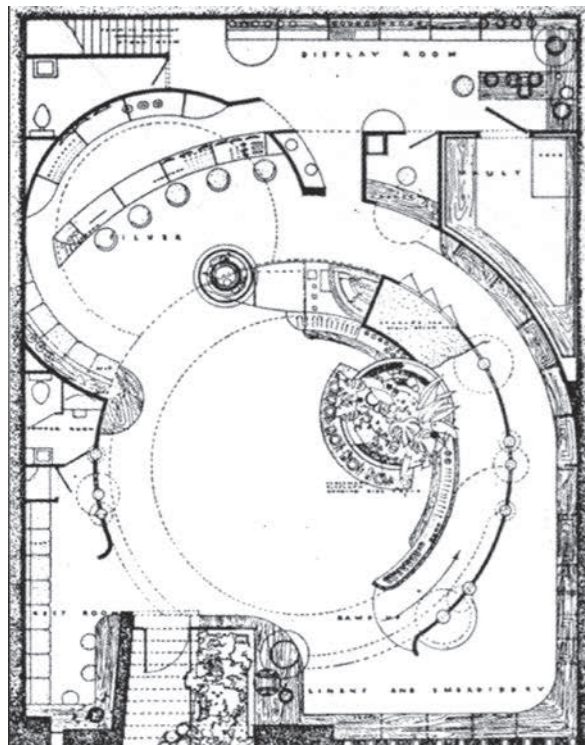
Otro ejemplo significativo de esta manera de operar más compleja en base a un desarrollo espiral es el interior de la Morris Gift Shop de San Francisco (1948). En este exquisito establecimiento comercial, Wright se desmarca de los constreñimientos rectangulares del solar e inserta en la parcela dos círculos tangentes de medidas distintas, que albergan dos ámbitos de diferente carácter. El círculo mayor, más público, acoge una rampa perimetral que libera un gran vacío en el centro. El círculo menor, más privado, es utilizado como punto de atención. El visitante, después de recorrer un túnel que, a modo de periscopio, lo conduce hacia el centro desde la calle, puede ascender por la rampa contemplando de manera secuencial todos los objetos expuestos en la periferia y percibiendo, al mismo tiempo, la totalidad del espacio. El interior se convierte, gracias a esta vivencia dinámica, en un sistema

continuo que viene reforzado por elementos que, además de cualificarlo a nivel de luz y de acabados, exhiben una gran potencia formal. Los planos ininterrumpidos en espiral, las volumetrías futuristas, las esferas cristalinas, el mobiliario circular y el conjunto de objetos naturales y artificiales de formas bulbosas y antropomórficas, contribuyen a escenificar un particular mundo onírico dotado de cierta ingravidez que sugiere, a la vez, la atmósfera de una nave espacial y la recreación de un mundo submarino. El autismo del espacio interior respecto al exterior es absoluto, al no existir ninguna apertura directa a la calle. La luz cenital y el efecto centrípeta de los objetos situados en los límites, subrayan la energía expansiva latente en el desarrollo envolvente de la espiral (figura 9).

En el museo Guggenheim de Nueva York (1943–46; 1956–59), uno de los edificios más emblemáticos de su última etapa, Wright utiliza para las distintas versiones de la planta los esquemas presentes en el libro de Theodore Cook: los círculos que se desarrollan con tamaños diferentes, van expandiéndose de forma centrípeta. Este sistema situacional convive con un tejido modular en base cuadrada y circular que se emplea para controlar el despiece de los pavimentos y la ubicación de las diferentes partes que constituyen el proyecto (figura 10). En el desarrollo espacial, aumentando el grado de complejidad interior de la Morris Gift Shop, Wright apuesta por una

14. Las versiones más conocidas de la Torre de Babel son las del artista holandés Peter Brueghel el Viejo (1563). Pintores flamencos anónimos representan de manera recurrente el episodio bíblico de Babel durante los siglos XV y XVI. Otros pintores que abordan el tema son Hendrick III van Cleve (s. XVI), Der Brocht (1561), Marten van Valckenborch (1595), Lucas van Valckenborch (1568, 1594, 1595), Frans II Franken (s. XVII), Livius Creyl (1670) o M. van der Gucat (1712). En general, todo ellos expresan la frenética actividad a los pies de la torre, con la llegada por mar de los materiales, la cocción y producción de los ladrillos –los mismos materiales que los ziggurats–, el labrado de las piedras, y el transporte de los materiales por las rampas hasta una cumbre todavía inacabada. Otras pinturas ya muestran la torre abandonada o en ruinas.

15. Uno de los proyectos en espiral ascendente inmediatamente anterior a la propuesta de Wright es el monumento a la III Internacional de Vladimir Tatlin de 1920. De altura similar a la Torre Eiffel y pensado en hierro para la estructura externa y cristal para las salas suspendidas en el vacío interior, nunca llega a construirse. De este colosal proyecto sólo restan las imágenes de una maqueta de unos 7 metros de altura. Ver: Lodder, Christina: *Russian Constructivism*. New Haven: Yale University Press, 1983. *El constructivismo ruso*. Madrid: Alianza editorial, 1988, pp. 60-66. Los primeros edificios destinados a garajes para automóviles construidos en hormigón armado constituyen otro de los precedentes del Gordon Strong Planetarium. El Ford Shelby Garage de Detroit de 1922, es mostrado por su autor, Albert Kahn, a Wright. En 1926, H. E. Young y E. Taylor realizan el proyecto de un enorme edificio para coches, resuelto en su zona central por una doble rampa en espiral. Ver: *The Guggenheim. Frank Lloyd Wright and the making of the Modern Museum*. New York: Solomon R. Guggenheim Foundation, 2009, pp. 40-41. En 1924 Friedrich Kiesler construye el Theater Technick en Viena, desarrollado en una espiral ascendente y en 1925 proyecta una ciudad en espiral. Ver: Bogner, Dieter: *Friedrich Kiesler. Architekt Maler Bildhauer 1890-1965*. Wien: Löcker Verlag, 1988. En 1925 Konstantin Melnikov propone en la primera de las dos versiones para un garaje de 1000 automóviles en París, una doble rampa giratoria que arranca de un puente sobre el Sena dando acceso a las distintas plataformas de aparcamiento. Ver: Starr, Frederick: *Melnikov*. New Jersey: Princeton University Press, 1981. En 1928, en el Mundaneum de Ginebra, Le Corbusier elige un desarrollo espiral de base cuadrada, similar a un ziggurat, para renovar radicalmente la idea tradicional de museo. Ver: Von Moos, Stanislaus: *Le Corbusier*. Barcelona: Ed. Lumen, 1977, pp. 175-178. O'Byrne, Maria Cecilia, "Le Musée d'Art Contemporain à Paris 1930: la espiral extensible". En *Massilia*. 2005, pp. 86-113.



9

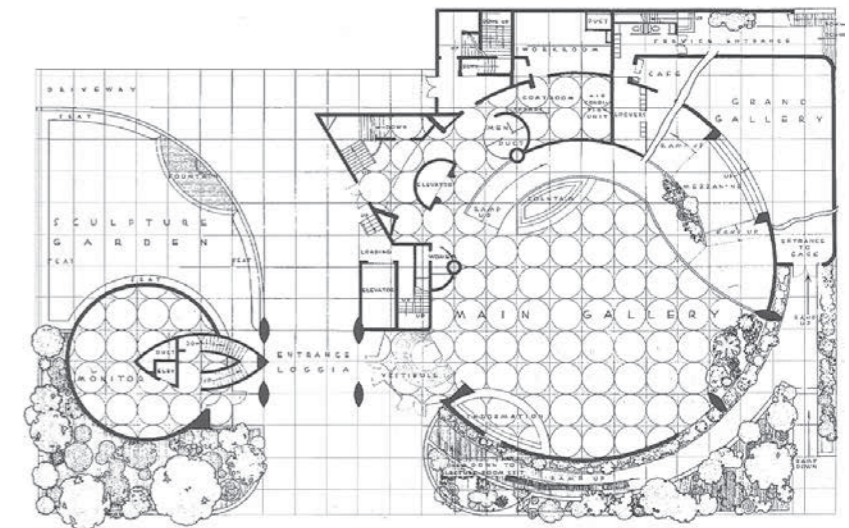
- 9. Frank Lloyd Wright, Morris Gift Shop. San Francisco, 1948. Vista interior y planta baja.
- 10. Frank Lloyd Wright, Museo Guggenheim. Nueva York, 1956- 59. Planta baja.
- 11. Frank Lloyd Wright, Museo Guggenheim. Nueva York, 1956- 59. Sección y vista exterior.
- 12. Frank Lloyd Wright, Museo Guggenheim. Nueva York, 1956- 59. Espacio central y lucernario.

De manera parecida al edificio de San Francisco, en el interior del Guggenheim, el arte, la vida y el movimiento conviven en un mundo onírico y excepcional. Después de cruzar el porche de acceso, el visitante alcanza, mediante unos ascensores, la parte más elevada del museo, amparada por la gran linterna en forma de casquete esférico que cubre el espacio central y que actúa de límite final del trazado espiral (figura 12). A partir de esta atalaya privilegiada desde donde reconocer la magnitud del artefacto, comienza un trayecto descendente a lo largo de unos 400 metros, que permite pasear entre las obras de arte expuestas tanto en los planos verticales radiales como en las paredes perimetrales. Éstas, ligeramente inclinadas, gozan de la iluminación indirecta que proviene de las llagas exteriores. Al mismo tiempo, en este ceremonial descenso, uno puede disfrutar de la visión simultánea de todo el interior, contemplar el gran patio central y ser, a la vez, testimonio del movimiento del resto de visitantes que se encuentran en otras partes del edificio.

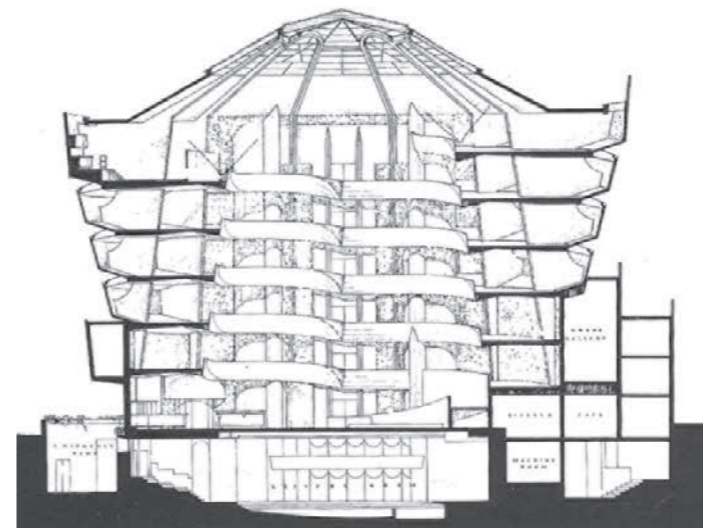
En su configuración externa, el museo Guggenheim se presenta como un gran organismo sin fisuras que, con voluntad autista a nivel espacial, programático y urbano, se encierra en sí mismo. Como si se tratara de una nave extraterrestre, se coloca en medio de la retícula urbana de Nueva York, indiferente a la cartesiana trama que lo rodea (figura 11). En este sentido, el cerramiento hermético y el crecimiento en espiral del edificio de Wright, contiene las mismas reglas generatrices que algunos de los organismos animales descritos por Cook y Thomson en sus textos (figuras 3 y 12).

PROYECTOS DE DESARROLLO ESPIRAL EN ESPAÑA
 Durante la década en que Wright empieza a desplegar sus proyectos en desarrollo espiral parecidos a los zigurats babilónicos, el arquitecto madrileño Casto Fernández Shaw utiliza esta misma geometría para la resolución de una serie de edificios singulares. Los más premonitorios son el faro-monumento a la memoria de Colón en la Isla de Santo Domingo, y el faro-torre de control del aeropuerto de Barajas, ambos de 1929. Más adelante, en 1949, realiza la maqueta y los dibujos de una torre helicoidal similar a la columna trajana para el faro de la Hispanidad de Cádiz. Los precedentes inmediatamente anteriores de los proyectos de Tatlin, Kiesler o Wright no invalidan la

espiral invertida que progresivamente aumenta su radio de curvatura en el exterior del edificio mientras que, en el interior, la rampa que delimita el gran patio central circular va disminuyendo de radio y, en vez de expandirse, se va reduciendo (figura 11). La voluntad expresiva de conseguir un sistema compositivo absolutamente continuo tanto en el exterior como en el interior se acentúa todavía más gracias a la ausencia de relieve de los paramentos giratorios, construidos en hormigón sin despieces que los interrumpan. Las líneas de sombra que acompañan el recorrido de las paredes y la corporeidad y plasticidad de las barandillas de aspecto blanco e inmaculado, acentúan todavía más este efecto de despliegue infinito.



10



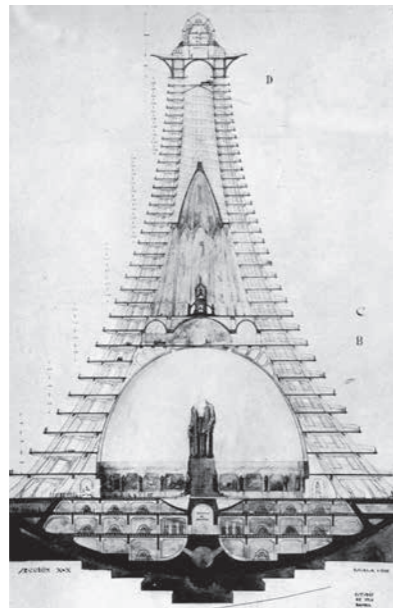
11



12



12



13

13. Casto Fernández Shaw, Faro Monumento a Cristóbal Colón. Santo Domingo, 1929. Maqueta y sección.

14. Francisco Javier Sáenz de Oiza. Edificio Torres Blancas. Madrid, 1961-1969. Plantas 22 y 23.

originalidad y ambición de modernidad de estos proyectos icónicos no construidos. Es más, la idea de una doble espiral exterior e interior del faro-monumento a Colón parece anticiparse a la solución final del museo Guggenheim de Nueva York. A diferencia del museo de Wright, la descomunal torre de 180 metros de altura de planta circular propuesta por Fernández Shaw es sustentada por veinticuatro nervios radiales con forma de hipérbola que, a su vez, son coligados por dos rampas espirales superpuestas que van disminuyendo su radio de giro a medida se acercan a una cúspide jalonada por una gran estructura de cristal facetado (figura 13). El proyecto manifiesta la voluntad de combinar el desarrollo estructural resuelto con materiales modernos, como el acero y el cristal, con la versión simbólica y escenográfica de un interior vacío, similar al del Gordon Strong Planetarium. Pero a diferencia del observatorio de Wright, el interior del faro tiene la voluntad de ofrecer al visitante un espectáculo total, una experiencia espacio-temporal tanto en el recorrido por la rampa espiral como en el propio movimiento de la torre, que debe girar sobre su eje, emulando el giro de la tierra¹⁶ (figuras 11 y 13).

No es hasta los inicios de los años 1960 del siglo pasado que en España se produce un cierto despliegue de propuestas arquitectónicas basadas en geometrías de desarrollo infinito. El año 1962 se celebra en Madrid una exposición monográfica sobre la obra de Wright, aunque su obra ya es conocida en nuestro país gracias a las corrientes organicistas vinculadas a Bruno Zevi. La influencia del maestro americano no se hace esperar. Algunos de los proyectos presentados en los concursos de 1964 para la Ópera y el Palacio de Congresos de Madrid son deudores de esta faceta de Wright y confían en la repetición de formas circulares de medidas distintas siguiendo esquemas radiales o espirales¹⁷. Javier Carvajal, Manuel de las Casas y Javier Seguí proponen un conjunto yuxtapuesto de círculos de distintos tamaños que se reparten centrípetamente desde el gran cilindro principal que aloja el equipamiento escénico. Fernando Higuera y Antonio Miró, que ya ha experimentado con estas geometrías en proyectos anteriores¹⁸, apuestan por un entramado octogonal combinado con circunferencias concéntricas cuyos radios despliegan un abanico irregular de estancias

16. Cabrero, Félix: *Casto Fernández-Shaw*. Madrid: COAM, 1980, pp. 64-70. *Casto Fernández-Shaw. Arquitecto sin fronteras, 1896-1978*. Madrid: Catálogo de la Exposición del Ministerio de Fomento, 1999, pp. 63-67 y 96.

17. Para entender la influencia de Wright sobre esta generación de arquitectos es imprescindible el siguiente artículo: Sánchez Lampreave, Ricardo: "Límites de un apriorismo orgánico". En *Arquitectura COAM*. 2003, Nº 332, pp. 32-43. Los resultados del concurso para la Ópera de Madrid fueron publicados en varios números de la revista *TA: Temas de Arquitectura*. En concreto: "Concurso para el Teatro de la Ópera de Madrid", 1964, Nº 64, pp. 21-34; Castro, Germán: "Concurso para el Teatro de la Ópera de Madrid", 1964, Nº 65, pp. 10-36; Chueca Goitia, Fernando: "Concurso para el Teatro de la Ópera de Madrid", 1964, Nº 66, pp. 14-32; "Concurso para el Teatro de la Ópera de Madrid", 1964, Nº 67, pp. 14-19. Ver también: Ferrer, Jaime: "Jorn Utzon y el concurso de la Ópera de Madrid". En: *Concursos de Arquitectura. Actas del 14 Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica*. Valladolid: Secretariado de Publicaciones e Intercambio Editorial, 2012, pp. 403-409.

18. Entre estos proyectos destacan las diez residencias para artistas de Monte El Pardo en Madrid (1960), el Centro de Restauraciones de Madrid, en el que colabora Rafael Moneo (1961), la casa Wutrich en Lanzarote (1962) o el Pabellón español para la Feria Internacional de Nueva York (1963). Ver los números monográficos dedicados a estos arquitectos en la revista *Nueva Forma*. Noviembre-Diciembre 1969, Nº 46-47; Febrero 1970, Nº 49; Junio 1971, Nº 65.



14



de distintas formas y tamaños que confluyen en el gran escenario central. Dentro de esta línea son destacables también las propuestas de Rafael Aburto, Fernández Longoria, Rafael Moneo o Daniel Fullaondo.

Pero, a la vez, todos estos diseños orgánicos se encuentran vinculados con algunos de los trabajos que en 1961 está elaborando Francisco Javier Sáenz de Oiza en Madrid, como la maqueta para las escuelas de Batán, o los dibujos del centro social de Torres Blancas, situado en las plantas 22 y 23 del rascacielos (figura 14). De hecho, tanto Moneo como Fullaondo colaboran con el maestro madrileño en el diseño de este simbólico conjunto de viviendas y oficinas, poco antes de participar en el concurso de la Ópera y Palacio de Congresos de Madrid. Será el mismo Daniel Fullaondo quien, a partir de 1967, a través de la revista *Nueva Forma*, se ocupará de difundir tanto el proceso de elaboración del edificio de Torres Blancas, como otras obras y proyectos de arquitectos que trabajan con estas singulares geometrías de expansión logarítmica: el mismo Frank Lloyd Wright, Casto Fernández Shaw, o algunos de sus compañeros arquitectos participantes en el concurso de la Ópera de Madrid¹⁹.

Sáenz de Oiza, un apasionado de las matemáticas y la geometría, confía la distribución de las viviendas y oficinas de las primeras 21 plantas de su rascacielos de la Avenida América a un esquema en esvástica similar al de las torres

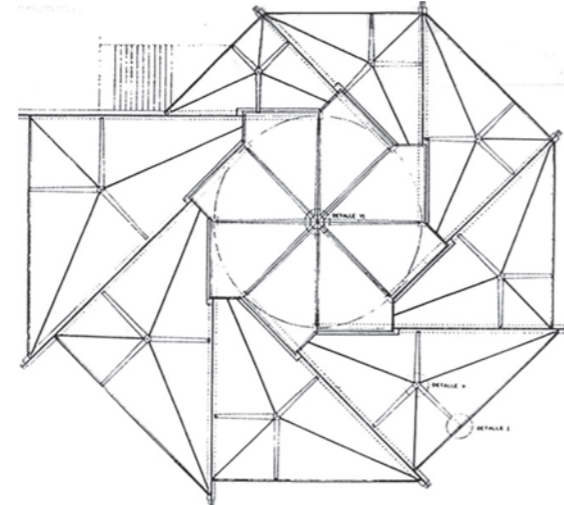
St. Mark (1925-29) y Price de Wright (1952-56), sustentado por una estructura arbórea compuesta de cilindros de hormigón autoportantes que nacen del subsuelo y que adoptan múltiples funciones: escaleras, ascensores, lavabos o conductos de servicio. Estos troncos sostienen las plataformas que, a modo de ramas, contienen las estancias y las terrazas permitiendo, a la vez, liberar el centro del conjunto²⁰. Pero a diferencia de estos singulares rascacielos del maestro americano, también basados en una estructura arbórea cada vez más liviana que desdibuja sus límites al llegar a la cubierta estilizando su perfil, Oiza decide colmatar Torres Blancas de manera contundente, con un conjunto de plataformas circulares concatenadas que despegan en voladizo de los troncos y plataformas de las viviendas inferiores, de manera parecida a los pileos de unos hongos o a las órbitas de unos platillos volantes flotando sobre el cielo de Madrid. Esta solución desdibuja en planta la matriz en esvástica que organiza las cuatro viviendas por rellano de la mayor parte del edificio.

Los círculos de tamaños distintos que contienen el programa social del conjunto —el bar, el restaurante, las salas comunitarias, los comercios o el gimnasio—, se expanden de manera centrípeta dejando el centro vacío y proporcionando a la planta 23 el espacio intersticial en altura necesario para albergar el vaso de la piscina. Ésta se sitúa en la cubierta y va resiguiendo los contornos

19. Sobre el proyecto de Torres Blancas ver: *Nueva Forma*. Febrero 1967, Nº 13; Marzo 1967, Nº 14; Abril 1967, Nº 15; Mayo 1967, Nº 16. Sobre Casto Fernández Shaw ver: *Nueva Forma*. Octubre 1969, Nº 45. Sobre el concurso para la Ópera de Madrid ver: *Nueva Forma*. Febrero 1970, Nº 49. Sobre Fernando Higuera y Antonio Miró ver: *Nueva Forma*. Junio 1971, Nº 65; Febrero 1970, Nº 49; Junio 1971, Nº 65.

20. Capitel, Antón: "Las ideas orgánicas como instrumentos de proyecto. Torres Blancas y otras obras de Sáenz de Oiza". En *Anales de arquitectura*. 1990, Nº 2, pp. 51-57.

15. Ignacio Alvarez Castela, Facultad Ciencias Biológicas y Geológicas. Oviedo, 1965. Planta y vista interior.
16. Rafael de la Hoz, Palacio de Congresos. Torremolinos, 1965- 1967. Planta y vista interior.



15

circulares centrales, sorteando las imponentes chimeneas y adoptando una forma de ameba que convive con las tuberías y la vegetación del jardín superior.

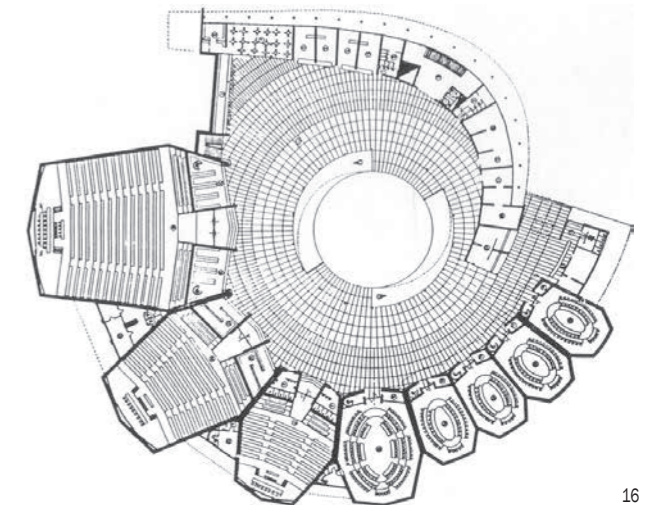
Esta concatenación de círculos enlaza íntimamente con la familia de proyectos de Wright y con las bases geométricas de los esquemas de crecimiento logarítmico trazados por Cook (figuras 4 y 14). También resulta muy próxima a la unicidad orgánica y material de Wright la resolución de los interiores de los espacios comunes de la torre, tanto del núcleo central como del centro social de las últimas plantas. Las volumetrías futuristas, las esferas cristalinas, las ventanas redondeadas, el mobiliario circular adaptado al perímetro y el conjunto de objetos naturales y artificiales de formas bulbosas y antropomórficas, conservan las reminiscencias del mundo onírico wrightiano, a caballo entre la organicidad submarina y la estética futurista. Lo mismo sucede con la exploración de las posibilidades estructurales y expresivas del material constructivo, el hormigón, y su identidad con el resultado formal del conjunto. Y también con el carácter eminentemente singular y la voluntad de separación expresiva del rascacielos respecto al entorno inmediato que, según confiesa el propio Sáenz de Oiza, es parecida a la actitud del Guggenheim respecto a los edificios de la 5ª avenida de Nueva York²¹. El rascacielos

de Madrid, como muchos de estos proyectos de matriz logarítmica, nace mucho antes que la elección del enclave, pudiendo estar ubicado en cualquier otro lugar.

Otro de los edificios que durante estos años aplica literalmente el esquema de Cook basado en el desarrollo logarítmico de una espiral rodeada de unidades que aumentan progresivamente de tamaño es el aulario de la Facultad de Ciencias Biológicas y Geológicas de Oviedo. Este edificio, también autónomo respecto al entorno, coexiste con un bloque laminar paralelepípedo de más altura en el que se ubican los departamentos de la Facultad. El conjunto es construido en 1965 por el ingeniero y arquitecto asturiano Ignacio Álvarez Castela, un profesional muy aficionado a las matemáticas y con una extraordinaria vocación investigadora²². Situado en una manzana aislada de un céntrico polígono industrial, la libertad de los contornos exteriores de la parcela permite al arquitecto expandir en planta y en altura ocho aulas en forma de triángulos rectángulos decrecientes dispuestos alrededor de un vestíbulo central de planta circular. Los triángulos unen su hipotenusa al cateto del siguiente y, como en el desarrollo de tantos organismos naturales en crecimiento expansivo, sus partes se encuentran relacionadas proporcionalmente por la sección áurea (figura 15).

21. Entrevista con Javier Saenz de Oiza. Revista *El Croquis*. 1988, N° 32-33, pp. 27-28. Ver también: Longoria, Francisco: "Contradicción y contrapunto en las Torres Blancas". En *Arquitectura COAM*. Diciembre 1968, N° 120, pp. 3-30.

22. García-Pola, Miguel Ángel: "Astúries. L'èpica del desenvolupament". En *Quaderns d'Arquitectura i Urbanisme*. 1997, N° 215, pp. 92-99.



16

A las distintas aulas se accede gracias a un tramo de escalera y al recorrido paulatino de una rampa helicoidal que resigue perimetralmente el cilíndrico vacío central. Este elemento, con una vocación eminentemente congregadora, se resuelve de manera similar a la casa de David Wright en Phoenix o a la Morris Gift Shop (figuras 8 y 9). El recorrido vinculado al vacío acentúa todavía más la cualidad espacio-temporal de todo el proyecto, permite el acceso a los distintos niveles del conjunto, y contribuye a caracterizar el sugestivo espacio central de "aspecto cavernario"²³ que, además de realizar las funciones de gran vestíbulo y distribuidor, vertebrada a su alrededor todas las piezas del edificio. En este hall, la aspereza del hormigón que resuelve la continuidad de la barandilla y los ocho muros tangentes que dan paso a las aulas, unida a la austeridad de la estructura metálica estrellada de la cubierta, contrasta con la sinuosidad y organicidad del mosaico de amebas diseñado por Antonio Suárez que recorre el suelo. El espacio resultante, subrayado por la ausencia de vistas directas del exterior y por la misteriosa iluminación que penetra de manera tangencial, recrea nuevamente un ambiente onírico y submarino (figura 15).

Las aulas triangulares también se resuelven con cubiertas metálicas en pendiente, configurando un sugestivo conjunto de piezas desplegadas que puede ser contemplado

desde la mayor altura del edificio de los departamentos. Al mantener la misma cota en la cubierta, el suelo inclinado de las aulas y su diferente tamaño hacen que sus alturas vayan cambiando progresivamente. Bajo sus forjados van quedando espacios en los que se sitúan las entradas y otros locales de servicio, adaptándose a los desniveles del terreno.

Durante el mismo año 1965 Rafael de la Hoz y Gerardo Olivares proyectan el Centro de Congresos de Torremolinos. Inaugurado en 1967, su organización responde a una composición similar a la del Aulario de la Facultad de Geológicas de Oviedo. Un gran vestíbulo circular central resuelto a dos niveles vertebrada todas las piezas que se reparten de manera centrípeta. Dos escaleras leonardescas que se desarrollan marcando el límite del espacio circular, conducen al nivel superior, desde el que se accede a las salas de congresos.

Estos volúmenes, de geometría poligonal similar, van aumentando su tamaño de manera logarítmica. Como en los procesos naturales, sus formas son clónicas pero difieren entre ellas en magnitud y cantidad de materia, que aumentan a medida que se alejan del origen (figura 16). Las salas, aunque interiormente quedan visualmente conectadas, en el exterior, como las aulas de Oviedo, conservan su singularidad, manifestándose en voladizo respecto a la estructura central. El amplio vestíbulo interior

23. Arancón, Gerardo: "Facultad de Ciencias Biológicas y Geológicas". En García, Celestino; Agrasar, Fernando: *Arquitectura moderna en Asturias, Galicia, Castilla y León. Ortodoxia, márgenes y transgresiones*. COA Asturias; COA Galicia; COA Castilla y León Este; COA León, 1998, pp. 98-101.

queda cerrado con una lámpara–lucernario que evoca el gran poder ornamental de las arañas de cristal de antaño. Su diseño helicoidal ascendente, combinado con una estructura radial en la cubierta que sostiene la doble piel de vidrio, es similar al gran lucernario que cubre el Museo Guggenheim de Nueva York, impidiendo la visión abierta del cielo y contribuyendo a escenificar una ambientación envolvente y misteriosa (figura 16).

El carácter eminentemente cerrado de los exteriores, similar al de unas conchas incrustadas sobre un cuerpo central imperceptible, se acentúa con el aplacado de piedra de los paramentos. La privilegiada situación del conjunto, en lo alto de una colina, contribuye a convertirlo en un artefacto autónomo, similar a un gran organismo de orden natural²⁴. De manera parecida al proyecto de Álvarez Castela, el resto de programa del edificio se concentra en una crujía curva y alargada situada también alrededor del patio circular central. Este cuerpo fusiforme, a diferencia de las salas de congresos, es tratado de manera más abierta y acristalada.

En todos estos proyectos, las trazas geométricas permiten controlar a través de su desarrollo logarítmico formas atomizadas que, de manera homogénea o heterogénea, se expanden por el plano o por el espacio alrededor de un centro. Muchas de las formas derivadas de estas matrices de crecimiento y extensión, semejantes a los procesos naturales, demuestran infinitas posibilidades de combinatoria al manifestarse como generadoras de un proceso abierto. Así, su aparente autonomía morfológica no está reñida con su capacidad de moldeabilidad y adaptabilidad a cualquier proceso constructivo, programa o emplazamiento. En este sentido, las propuestas experimentales de Emberton, Wright o los organicistas españoles de mediados del siglo XX que siguen la estela de los ejemplos presentes en la naturaleza y en las artes sistematizados por Sir Theodore Cook y D'Arcy Thomson ofrecen un amplio abanico de posibilidades que permiten seguir explorando estos procesos de crecimiento desde el proyecto arquitectónico. ■

Bibliografía

- AA.VV: *The Solomon R. Guggenheim Museum*. Nueva York: Guggenheim Museum Publications, 1995.
- Arancón, Gerardo: “Facultad de Ciencias Biológicas y Geológicas”. En García, Celestino; Agrasar, Fernando: *Arquitectura moderna en Asturias, Galicia, Castilla y León. Ortodoxia, márgenes y transgresiones*. COA Asturias; COA Galicia; COA Castilla y León Este; COA León, 1998.
- Bachelard, Gaston: *La poética del espacio*. Madrid: Fondo de Cultura Económica, 1965.
- Bogner, Dieter: *Friedrich Kiesler. Architekt Maler Bildhauer 1890-1965*. Wien: Löcker Verlag, 1988.
- Brooks Pfeiffer, Bruce: *Frank Lloyd Wright. Monograph*. Tokio: ADA, 1985.
- Cabrero, Félix: *Casto Fernández-Shaw*. Madrid: COAM, 1980.
- Capitel, Antón: “Las ideas orgánicas como instrumentos de proyecto. Torres Blancas y otras obras de Sáenz de Oiza”. En *Anales de arquitectura*. 1990, Nº 2.
- Casto Fernández-Shaw. Arquitecto sin fronteras, 1896-1978*. Madrid: Catálogo de la Exposición del Ministerio de Fomento, 1999.
- Castro, Germán: “Concurso para el Teatro de la Ópera de Madrid”. En *Temas de Arquitectura*. 1964, Nº 65.
- Colman, Samuel; Coan, Clarence Arthur: *Nature's Harmonic Unity. A treatise on its relation to proportional form*. G.P. Putnam's Sons, 1912.
- Cook, Theodore: *The Curves of Life*. London: Constable and Company, 1914. New York: Dover Publication, 1979.
- Charbonneau-Lassay, Louis: *Le Bestiaire du Christ. La mystérieuse emblématique de Jésus-Christ*. Bruges: Desclée de Brouwer, 1940.
- Chueca Goitia, Fernando: “Concurso para el Teatro de la Ópera de Madrid”. En *Temas de Arquitectura*. 1964, Nº 66.

24. “Enclavado en una colina (...) el edificio se expresa como una espiral monumental que pareciera no apoyar en el suelo”. Ver: Peña, Antonio; Díaz, José; Daroca, Francisco (ed.): *Rafael de la Hoz. Arquitecto*. Catálogo de Obras y Proyectos. Córdoba: Demarcación de Córdoba del Colegio Oficial de Arquitectos de Andalucía Occidental, 1991, pp. 113.

- Dezzi Bardeschi, Marco: *Frank Lloyd Wright*. Firenze: Sansoni ed., 1977.
- Drexler, Arthur: *The drawings of Frank Lloyd Wright*. New York: Horizon Press, 1962.
- El Croquis*. 1988, Nº 32-33.
- Ferrer, Jaime: “Jorn Utzon y el concurso de la Ópera de Madrid” En *Concursos de Arquitectura. Actas del 14 Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica*. Valladolid: Secretariado de Publicaciones e Intercambio Editorial, 2012.
- García-Pola, Miguel Ángel, “Astúries. L'èpica del desenvolupament”. En *Quaderns d'Arquitectura i Urbanisme*. 1997, Nº 215.
- Ghika, Mathila: *Esthétique des Proportions dans la Nature et dans les Arts/ Estética de las proporciones en la naturaleza y en las artes*. Paris: Gallimard, 1927.
- Ghika, Mathila: *Le Nombre d'or /El número de oro*. Paris: Gallimard, 1931.
- Hambidge, Jay: *Dynamic Symmetry: The Greek Vase*. Yale University Press, 1920.
- Hoffman, J.E.: “Bernoulli, Jakob I”. En *Dictionary of Scientific Biography*, 2. New York: Charles Scribner's Sons, 1970-80 (PMid:20883532.PMCid:2956128).
- Ind, Rosemary: *Emberton*. London: Scolar Press, 1983.
- Izzo, Alberto; Gubitosi, Camillo: *Frank Lloyd Wright. Drawings 1887-1959*. Firenze: Centro Di Stiv, 1977.
- Levine, Neil: *The architecture of Frank Lloyd Wright*. New Jersey: Princeton University Press, 1996.
- Lodder, Christina: *Russian Constructivism*. New Haven: Yale University Press, 1983. *El constructivismo ruso* Madrid: Alianza editorial, 1988.
- Lloyd Wright, Frank: *An American Architecture*. New York: Edgar Kaufmann, 1955.
- Longoria, Francisco: “Contradicción y contrapunto en las Torres Blancas”. *Arquitectura COAM*, nº 120, Diciembre 1968.
- Nueva Forma*. Febrero 1967, Nº 13; Marzo 1967, Nº 14; Abril 1967, Nº 15; Mayo 1967, Nº 16; Octubre 1969, Nº 45; Noviembre-Diciembre 1969, Nº 46-47; Febrero 1970, Nº 49; Junio 1971, Nº 65.
- O'Byrne, Maria Cecilia, “Le Musée d'Art Contemporain à Paris 1930: la espiral extensible”. En *Massilia*. 2005.
- Pedretti, Carlo: *Leonardo architetto*. Milano: Electa, 1978.
- Peña, Antonio; Díaz, José; Daroca, Francisco (ed.): *Rafael de la Hoz. Arquitecto*. Catálogo de Obras y Proyectos. Córdoba: Demarcación de Córdoba del Colegio Oficial de Arquitectos de Andalucía Occidental, 1991.
- Quaderns d'arquitectura i urbanisme*. 1999, Nº 222.
- Sánchez Lampreave, Ricardo: “Límites de un apriorismo orgánico”. En *Arquitectura COAM*. 2003, Nº 332.
- Starr, Frederick: *Melnikov*. New Jersey: Solo Architect in Mass Society. Princeton University Press, 1981.
- Storrer, William Allin: *The Frank Lloyd Wright Companion*. Chicago: The University of Chicago Press, 1993.
- Temas de Arquitectura* nº 65 y 67, 1964.
- The Guggenheim. Frank Lloyd Wright and the making of the Modern Museum*. New York: Solomon R. Guggenheim Foundation, 2009.
- Thomson, D'Arcy: *On Growth and Form*. Cambridge: The Presss Syndicate of the University of Cambridge, 1917. *Sobre el crecimiento y la forma*. Madrid: Cambridge University Press, 2003.
- Von Moos, Stanislaus: *Le Corbusier*. Barcelona: Ed. Lumen, 1977.

Magda Mària i Serrano. Arquitecta ETSAV UPC, 1987. Doctora Arquitecta UPC, 1995. Profesora Agregada Proyectos Arquitectónicos. Departamento Proyectos Arquitectónicos. UPC. Responsable del Taller de Arquitectura y Proyectos G. ETSA Vallès, 2006-actualidad. Profesora de Máster de Teoría y Práctica del Proyecto. ETSA Barcelona UPC. Co-responsable del Grupo de Investigación HABITAR: www.habitar.upc.edu. Comisariado, diseño y redacción de catálogos del ciclo de exposiciones REHABITAR. Madrid, Sala La Arquería de Nuevos Ministerios, 2010-2012. Subdirectora de Plan de Estudios ETSAV, 2008-2011. Ha publicado artículos en las revistas: *Tectónica, a+t, PPA, ACE, Locus Aomenus, Goya*. Autora o coautora de los libros: *Renaixement i arquitectura religiosa*, 2001; *Forma-Pensamiento: interacciones entre pensamiento arquitectónico y filosófico*, 2005; *Rehabitar en 9 episodios*, 2012. Arquitecta socia de metamorfosis arquitectes slp. Coautora del plan estratégico y rehabilitación del Palacio Episcopal de Barcelona, 2008-2013; comisariado, diseño y contenidos de la Colección de Carrozas Fúnebres de Cementerios de Barcelona, 2011-2013.

Autor imagen y fuente bibliográfica de procedencia

Información facilitada por los autores de los artículos: página 29, 1 (Canogar, Daniel: *Ciudades efímeras. Exposiciones Universales: Espectáculo y Tecnología*. Madrid: Julio Otero, 1992); página 30, 2 (*Der Baumeister*, vol. 29, Nº 7. Julio 1931. München: Verlag Georg D.W. Callwey); página 32, 3 y 4 (McQuaid, Matilda: *Lilly Reich. Designer and Architect*. New York: Museum of Modern Art, New York. Distributed by Harry N. Abrams, INC., 1996); 5 y 6 (Von Ursel, H. & Pavel, T: *Barcelona Pavilion. Mies van der Rohe & Kolbe. Architecture & Sculpture*. Berlin: Jovis Verlag, 2006), página 34, 7 (*The Mies van der Rohe Archive. Part I, 1910-1937. Vol. 1*. New York: Garland, 1986), 8 (Revista 2G. "Mies van der Rohe. Casas". Nº 48-49. Barcelona: Gustavo Gili, 2009); página 35, 9 (*The Mies van der Rohe Archive. Part I, 1910-1937. Vol. 1*. New York: Garland, 1986), 10 y 11 (McQuaid, Matilda: *Lilly Reich. Designer and Architect*. New York: Museum of Modern Art, New York. Distributed by Harry N. Abrams, INC., 1996); página 36, 12 (Departamento de Arquitectura del The Museum of Modern Art, The Mies van der Rohe Archive, New York), 13 y 14 (*Der Baumeister*, vol. 29, Nº 7. Julio 1931. München: Verlag Georg D.W. Callwey); página 37, 15 (Derecha; AAVV: *Mies in Berlin*. New York: Museum of Modern Art. Distributed by Harry N. Abrams, INC., 2001. Izquierda; McQuaid, Matilda: *Lilly Reich. Designer and Architect*. New York: Museum of Modern Art, New York. Distributed by Harry N. Abrams, INC., 1996); página 44, 1 y 2 (AA. VV.: *Mies in Berlin*. New York / Berlín: MoMA, 2001, p. 175, figura 36 y p. p. 169, figura. 25); página 45, 3 y 4 (Schulze, Franz (ed); Darforth, George E. (ed. consulting): *The Mies van der Rohe Archive*". New York: Garland, 1986-1992, volumen 1, p. 86 y volumen 1, p. 91); página 46, 5 y 6 (Schulze, Franz (ed); Darforth, George E. (ed. consulting): *The Mies van der Rohe Archive*". New York: Garland, 1986-1992, volumen 1, p. 288 y volumen 1, p. 183); página 46, 7 (AA. VV.: *Mies in Berlin*. New York / Berlín: MoMA, 2001, p. 97); página 48, 8 a 10 (Schulze, Franz (ed); Darforth, George E. (ed. consulting): *The Mies van der Rohe Archive*". New York: Garland, 1986-1992, volumen 20, p. 300 y p.122); página 48, 11 a 13 (Schulze, Franz (ed); Darforth, George E. (ed. consulting): *The Mies van der Rohe Archive*". New York: Garland, 1986-1992, volumen 4, p. 390, p. 415 y p. 393); página 50, 14 y 15 (Schulze, Franz (ed); Darforth, George E. (ed. consulting): *The Mies van der Rohe Archive*". New York: Garland, 1986-1992, volumen 4, p. 389 y p. 75); página 56, 16 (Schulze, Franz (ed); Darforth, George E. (ed. consulting): *The Mies van der Rohe Archive*". New York: Garland, 1986-1992, volumen 4, p. 78); página 59, 1 (Bloc, André: *De la sculpture a l'architecture*. Boulogne (Seine): Editions Aujourd'hui, 1964. p. 100); página 61, 2 (Bloc, André: *De la sculpture a l'architecture*. Boulogne (Seine): Editions Aujourd'hui, 1964. p. 101), 3 (Amon, Santiago: «La exaltación del orden artificial en la arquitectura de Parent y Bloc». En *Nueva Forma*. Marzo de 1967, Nº 50. p. 4); página 62, 4, 5 y 6 (Bloc, André: *De la sculpture a l'architecture*. Boulogne (Seine): Editions Aujourd'hui, 1964. p. 96, p. 93 y p. 95); página 64, 7, 8 y 9 (Bloc, André: *De la sculpture a l'architecture*. Boulogne (Seine): Editions Aujourd'hui, 1964. p. 97 y p. 100); página 68, 10 (Migayrou, Frédéric: *Bloc Le Monolithe Fracturé*. Orléans: Éditions HYX, 1996. p. 30), 11 (Héctor García-Diego Villarías, María Villanueva Fernández), página 70, 12 (Héctor García-Diego Villarías, María Villanueva Fernández); página 74, 1 (Lipman, Jonathan: *Frank Lloyd Wright and the Johnson Wax Buildings*. New York: Dover Publications, 2003. Republicación de la edición original de Rizzoli, 1986. p. 60); página 75, 2 (Signatura 12-154 ©CSIC, Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc)), 3 (*Architectural Forum*. Vol.102. Nº5. Mayo 1955. p. 86); página 76, 4 (Signatura DIBZ-058 Fondo Zuazo. Biblioteca Nacional de España), 5 (Victor Larripa Artieda); página 78, 6 y 7 (Victor Larripa Artieda); página 80, 8 y 9 (Signatura DIBZ-058 Fondo Zuazo. Biblioteca Nacional de España); página 82, 10 (*Cahiers d'art*. 4ème année. Nº6. 1929. p. 278), 11 (Signatura 11-8 ©CSIC, Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc)); página 84, 12 (*Arquitectura*. Nº 10. Octubre 1959. Madrid: COAM. p. 7); página 85, 13 (Signatura DIBZ-058 Fondo Zuazo. Biblioteca Nacional de España), 14 (Victor Larripa Artieda); página 86, 15 (Signatura 007F.RET ©CSIC, Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc)); página 90, 1 (Thomson, D'Arcy: *Sobre el crecimiento y la forma*. Madrid: Cambridge University Press, 2003); página 91, 2 y 3 (Cook, Theodore: *The Curves of Life*. London: Dover Publication, 1979); página 92, 4 (Cook, Theodore: *The Curves of Life*. London: Dover Publication, 1979), 5 (Ind, Rosemary: *Emberton*. London: Scolar Press, 1983); página 93, 6 (Drexler, Arthur: *The drawings of Frank Lloyd Wright*. New York: Horizon Press, 19); página 94, 7 (Brooks Pfeiffer, Bruce: *Frank Lloyd Wright. Monograph*. Tokio: ADA, 1985), 8 (Izzo, Alberto, Gubitosi, Camillo: *Frank Lloyd Wright. Drawings 1887-1959*. Firenze: Centro Di Stiv, 1977); página 96, 9 (Levine, Neil: *The architecture of Frank Lloyd Wright*. New Jersey: Princeton University Press, 1996. Rasmussen, Steen Eiler, Experiencia de la arquitectura. Barcelona: Ed. Labor, 1974); página 97, 10 y 11 (AA.VV.: *The Solomon R. Guggenheim Museum*. Nueva York: Guggenheim Museum Publications, 1995), 12 (Levine, Neil: *The architecture of Frank Lloyd Wright*. New Jersey: Princeton University Press, 1996); página 98, 13 (Casto Fernández-Shaw. *Arquitecto sin fronteras, 1896-1978*. Madrid: Catálogo de la Exposición del Ministerio de Fomento, 1999; Cabrero, Félix: *Casto Fernández-Shaw*. Madrid: COAM, 1980); página 99, 14 (El Croquis. 1988, Nº 32-33); página 100, 15 (García-Pola, Miguel Ángel, "Astúries. L'èpica del desenvolupament". En *Quaderns d'Arquitectura i Urbanisme*. 1997, Nº 215; García, Celestino; Agrasar, Fernando: *Arquitectura moderna en Asturias, Galicia, Castilla y León. Ortodoxia, márgenes y transgresiones*. COA Asturias; COA Galicia; COA Castilla y León Este; COA León, 1998); página 101, 16 (Peña, Antonio; Díaz, José; Daroca, Francisco (ed.): *Rafael de La-Hoz. Arquitecto. Catálogo de obras y proyectos*. Córdoba: Demarcación de Córdoba del Colegio de Arquitectos de Andalucía Oriental, 1991); página 105, 1 (Collection George E. Thomas); página 107, 2 (Tribune Company); página 108, 3 (Scott Gilchrist, Archivision Inc.), 4 y 5 (The Frank Lloyd Wright Foundation Archives (The Museum of Modern Art & Avery Architectural & Fine Arts Library, Columbia University, New York)); página 110, 6 (The Frank Lloyd Wright Foundation Archives (The Museum of Modern Art & Avery Architectural & Fine Arts Library, Columbia University, New York)); página 111, 7 (Alfonso Díaz Montes), 8 (Collection Alden Franz Aust); páginas 112 a 114, 9 a 14 (The Frank Lloyd Wright Foundation Archives (The Museum of Modern Art & Avery Architectural & Fine Arts Library, Columbia University, New York)); página 115, 15 (Wisconsin Historical Society); página 120, 1 (*Rodchenko-Stepanova. Todo es un experimento* (catálogo homónimo de la exposición). Madrid: Fundación Banco Central Hispanoamericano, 1992); página 121, 2 (Chan-Magomedov, Selim Omarovich: *NikolajLadovskij. Un'ideología del racionalismo*. Lotus International nº 20, septiembre 1978. Milán: Electa), 3 (Nerdinger, Winfried: *Walter Gropius. Opera completa*. Milán: Electa, 1985; y Giedion, Sigfried: *Walter Gropius. L'homme et l'oeuvre*. Paris: Albert Morancé, 1954); página 122, 4 (Ciucci, Giorgio; De Michelis, Marco (Eds.): *Giuseppe Terragni* (catálogo homónimo de la exposición). Madrid: Ministerio de Fomento-Junta de Andalucía, 1996; y Vitrum nº 134, noviembre-diciembre 1962. Milán: s.e.), 5 (Joedicke, Jürgen (Ed.): *La comunidad de arquitectos Van den Broek/Bakema*. Barcelona: Gustavo Gili, 1978); página 123, 6 (Archivo Corrales); página 125, 7 (Sánchez Lampreave, Ricardo (Ed.): *Miguel Fisac. Premio Nacional de Arquitectura 2002*. Madrid: Ministerio de Vivienda, 2009), 8 (Arques Soler, Francisco: *Miguel Fisac*. Madrid: Pronaos, 1996); página 127, 9 y 10 (Sánchez Lampreave, Ricardo (Ed.): *Miguel Fisac. Premio Nacional de Arquitectura 2002*. Madrid: Ministerio de Vivienda, 2009); página 128, 11 (Sánchez Lampreave, Ricardo. *Líneas y abstracciones. Arquitecturas madrileñas de los '50*. Director: Gabriel Ruiz Cabrero. Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, 2007), 12 (Morales Saro, María Cruz: *La arquitectura de Miguel Fisac*. Ciudad Real: Colegio de Arquitectos de Ciudad Real, 1979); página 129, 13 y 14 (Sánchez Lampreave, Ricardo (Ed.): *Miguel Fisac. Premio Nacional de Arquitectura 2002*. Madrid: Ministerio de Vivienda, 2009); página 130, 15 (Arques Soler, Francisco: *Miguel Fisac*. Madrid: Pronaos, 1996); página 133, 1 (Ingrid Campo-Ruiz), 2 (464 F6, *Flyfoto med bladindelning samma som ekonomisk karta*. 1969. [Malmö Stadsbyggnadskontorets Arkiv]); página 134, 3 (205E16, *Ekonomisk Karta över Sverige, 2c Malmö Bulltofta*. 1969. [Malmö Stadsbyggnadskontorets Arkiv]), 4 (Lewerentz, Sigurd: "Betonghus på Östra Kyrkogården i Malmö". En *Arkitektur*. Febrero 1973, Nº 2. p. 4), 5 (Lewerentz, Sigurd. *Kyrkogårdsförvaltningen, Malmö, Byggnad för Blömsterförsäljning vid Östra Kyrkogården i Malmö, Stadsåga nr 199 Rosengård. Plan, sektion, fasader & situat. plan*. Malmö, 2 de diciembre 1968. Malmö kyrkogårdsförvaltning F 1Q:26. [Malmö Stadsarkivet]); página 135, 6 (Flygtrafik i Bengtsfors AB: *Vista aérea de Rosengård 1970*. Negativo. 13,1 x 18,5 cm, 85976_1157_01. [Lund: Archivo de Kulturen]); página 136, 7 (Ingrid Campo-Ruiz), 8 (Lewerentz, Sigurd. *Kyrkogårdsförvaltningen, Malmö, Byggnad för Blömsterförsäljning vid Östra Kyrkogården i Malmö, Stadsåga nr 199 Rosengård. Plan, sektion, fasader & situat. plan*. Malmö, 2 de diciembre 1968. Malmö kyrkogårdsförvaltning F 1Q:26. [Malmö Stadsarkivet]); página 137, 9 (Ingrid Campo-Ruiz); página 138, 10 (Lewerentz, Sigurd. *Östra Kyrkogården i Malmö, Försäljning av Blömmor, Sektion A-A, D-D Skala 1:20 Detaljer 1:1*. Skanör, septiembre, 1968. Malmö kyrkogårdsförvaltning F 1Q:26. [Malmö Stadsarkivet]); página 139, 11 (Ingrid Campo-Ruiz); página 140, 12 y 13 (Ingrid Campo-Ruiz); página 142, 14 (Dibujo 1(arriba): Lewerentz, Sigurd. *Östra Kyrkogården i Malmö, Försäljning av Blömmor, Fasad mot söder*. Escala 1:20, detalles 1:1. Skanör, 1 de abril, 1969. Malmö kyrkogårdsförvaltning F 1Q:26. [Malmö Stadsarkivet]. Dibujo 2(abajo): Lewerentz, Sigurd. *Östra Kyrkogården i Malmö, Försäljning av Blömmor*. Escala 1:20, detalles 1:1. Skanör, septiembre, 1968. Malmö kyrkogårdsförvaltning F 1Q:26. [Malmö Stadsarkivet]), 15 (Ingrid Campo-Ruiz); página 144, 16 (*Blomsteraffären* [Kyrkogårdsförvaltningen i Malmö]); página 149, 1 (*La Vanguardia*. Martes 23 de abril de 1968. Barcelona: Grupo Godó, 1968. p. 46); página 150, 2 (*La Vanguardia*. Viernes 2 de junio de 1972. Barcelona: Grupo Godó, 1972. p. 2); página 152, 3 ("Edificio industrial para Dallant, S.A.". En *Cuadernos de Arquitectura*. Nº 55. Barcelona: COACB, 1964. p. 5); página 153, 4 (Serrano Freixas, Ángel: "Un edificio diseñado: Banca Catalana, de Tous y Fargas". En *Cuadernos de Arquitectura*. Nº 70, Barcelona: COACB, 1967. p. 26); página 155, 5 y 6 (Serrano Freixas, Ángel: "Un edificio diseñado: Banca Catalana, de Tous y Fargas". En *Cuadernos de Arquitectura*. Nº 70, Barcelona: COACB, 1967. p. 28 y p. 29); página 156, 7 (Pizza, Antonio; Rovira, Josep Maria: *Desde Barcelona, Arquitecturas y Ciudad: 1958-1975*. Barcelona: Col·legi d'Arquitectes de Catalunya - Ministerio de Fomento, 2002. p. 175); página 158, 8 (Montaner, Josep Maria: *Arquitectura Contemporánea en Catalunya*. Barcelona: Edicions 62, 2006. p. 125)