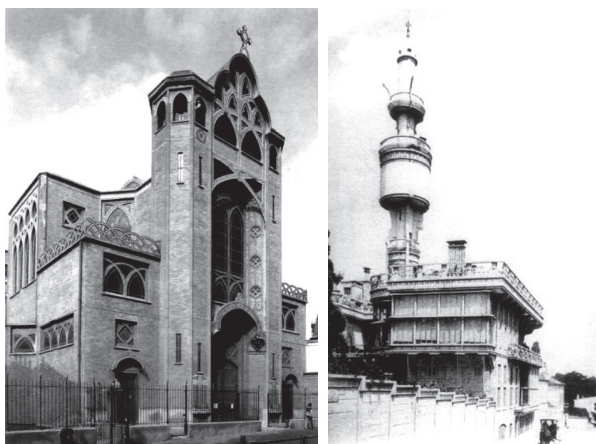


INVENTARIO DE EXPERIENCIAS REVOLUCIONARIAS

El hormigón armado se inventó muchas veces y en muchos lugares distintos a lo largo del siglo XIX, aunque necesitó de un largo recorrido para introducirse plenamente en el ámbito arquitectónico y en los circuitos de producción. Hicieron falta más de cincuenta años para que se reconocieran sus cualidades, que iban más allá de una evidente compacidad y resistencia.

Desde finales del siglo XVIII, la comunidad científica se fijó como objetivo la fabricación industrial de la piedra. Se trataba de recuperar la antigua receta para elaborar cemento que se perdió con el último de los ingenieros romanos, lo que permitiría levantar obras con una dureza similar a aquellas que seguían despertando admiración desde hacía siglos. Esta búsqueda de la compacidad guió teorías y experiencias entre los promotores de esta idea, eruditos y empresarios. En 1817, el ingeniero francés Louis Joseph Vicat realiza un descubrimiento que tendrá repercusiones profundas y obligará a repensar toda la cultura constructiva: la formulación de la cal hidráulica. Tras el descubrimiento de Vicat, se crean muchos tipos de cementos hidráulicos, mejorando de esta forma la calidad de los morteros y favoreciendo el desarrollo del hormigón¹. Así pues, en las cuatro décadas siguientes se producirá una auténtica revolución en cuanto a investigaciones, experiencias y tanteos.

A partir de 1850, el método de introducir varillas de hierro en el mortero es empleado en la realización de los más dispares elementos y es también objeto de numerosas patentes que se disputan su invención. En este sentido, destacan dos innovadores que capitalizan la mayoría de los descubrimientos: Coignet y Hennebique. El primero presenta en 1851 el hormigón conglomerado y lo registra tres años después bajo el nombre de «hormigón barato». Lo emplea en diversas construcciones, entre las que destaca la iglesia de Le Vésinet (Yvelines, Francia, 1855), que se convertirá en causa final de su descrédito al aparecer manchas imposibles de eliminar en su superficie. François Hennebique, por otra parte, afirma haber descubierto el hormigón armado en 1879, lo que difunde a través de folletos, revistas y una exitosa red de concesionarios dispersos por todo el mundo. Entre ambas invenciones, las patentes se suceden a un ritmo vertiginoso, guiadas por un deseo de encontrar nuevos procedimientos que permitan combinar en un mismo elemento constructivo dos materiales tan distintos como el hierro y el hormigón. Así pues, el fabricante de cemento William Boutland Wilkinson solicita en 1854 la patente de un sistema que incluía armaduras de hierro para la mejora de la construcción de edificios resistentes al fuego²; al año siguiente, en 1855, Joseph Lambot registra su emblemática barca de cemento armado, expuesta anteriormente en París, y Joseph Monier hace lo propio en 1867 con un procedimiento similar, el cual parecía tener posibles aplicaciones en el diseño de jardineras, tubos e incluso ataúdes. Con todo,



FIGS. 1-2

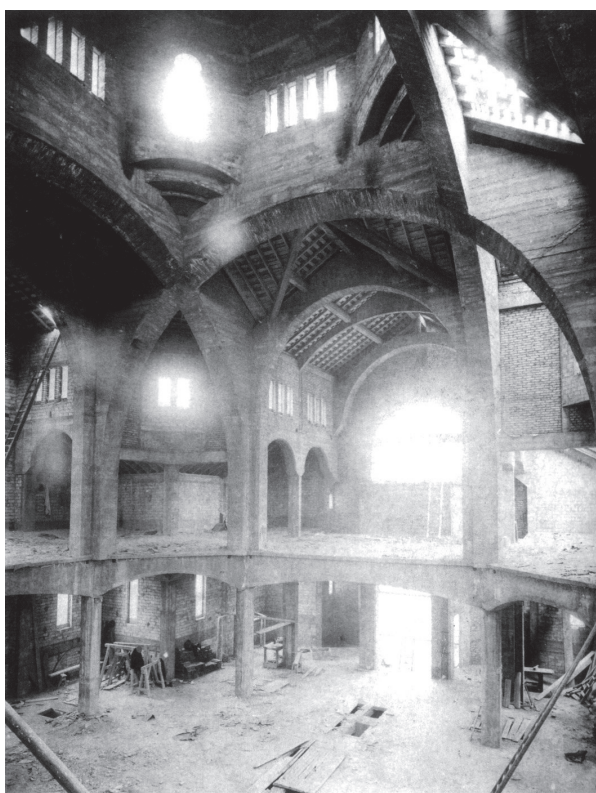


FIG. 3

Iglesia de Saint Jean de Montmartre, París (Francia), 1894/1904 FIG. 1

Casa de campo Hennebique, Bourg la Reine (Francia), 1901/03 FIG. 2

Iglesia de Saint François Régis, Saint Étienne (Francia), 1909/10 FIG. 3

el nuevo material tan largamente soñado, probado y rígidamente protegido por licencias, no logra conquistar el ámbito arquitectónico, regido por las reglas académicas derivadas de la construcción tradicional en piedra y madera.

Superado por los acontecimientos, con una barca y unos barreños como primeras realizaciones, el hormigón no se exhibe: se sumerge o se emplea en aquellos fragmentos de las obras que necesitan refuerzo y solidez, esto es, forjados, terrazas o cimientos. Sin más uniones que las producidas por el encofrado, con una superficie rugosa y sin brillo, el nuevo conglomerado no posee todavía un lenguaje propio, careciendo para muchos creadores de distinción. Decía el teórico Georges Gromort: «¿El hormigón? ¡Pero si es barro!»³. El carácter moldeable del hormigón no parecía una ventaja a la hora de dotar de imagen a un material que se pretendía universal.

El primer arquitecto que buscó una solución constructiva original utilizando este procedimiento fue Anatole de Baudot, discípulo de Viollet le Duc y defensor de una regeneración de la arquitectura. En 1894, comenzó las obras de la iglesia de Saint Jean de Montmartre, en París, cuyo contrato consiguió al presentar unas condiciones económicas más ventajosas que las habituales en este tipo de construcciones⁴. El encargo de la iglesia y la patente de Paul Cottancin coincidieron en el tiempo, por lo que Baudot decidió utilizar un método donde el «cemento armado» servía de enlace entre los ladrillos huecos que funcionaban como encofrado permanente. El resultado fue un conjunto de altas bóvedas organizadas en diagonal que surgían de esbeltos muros y pilares de formas arborescentes. Aunque Baudot se convertiría en el principal defensor y propagandista del sistema Cottancin, éste perdería rápidamente terreno frente a su principal competidor, el sistema Hennebique, cuyo inventor se hizo construir en 1901 –dentro de esta agresiva estrategia comercial– una extravagante casa en el distrito parisino de Bourg la Reine. Ménsulas, cuerpos salientes, cubiertas ajardinadas, terrazas y todo tipo de elementos volados, convirtieron dicha creación en un catálogo de las posibilidades técnicas ofrecidas por su firma.

A pesar de la audacia de Baudot, la iglesia de Saint Jean de Montmartre no alcanzó a igualar el gran efecto causado por el edificio emplazado en el número 25 de la calle Franklin (1903) y por el garaje de la calle Ponthieu (1906/07), ambos diseñados por Auguste Perret en París⁵. Tampoco la iglesia de Saint François Régis en Saint Étienne, proyectada en 1909 por Paul Noulin Lespès, adquirió la notoriedad de Notre Dame du Raincy, a pesar de haberse levantado con más de una década de antelación, pues carecía de la coherencia constructiva de esta última al enmascarar el material utilizado⁶. Las citadas obras de Perret, por el contrario, recabaron el interés noticioso y convirtieron a su autor en una figura clave de este

proceso de legitimación estética del hormigón armado. Empleando el sistema Hennebique, que Baudot consideraba tosco, utilizó la estructura como principio generador de sus edificios, aún cuando conservase los códigos pertenecientes a las formas de edificación en piedra.

En 1909, se produjo además un acontecimiento singular que representó durante mucho tiempo el mejor símbolo de resistencia del hormigón armado y de su libertad geométrica y estructural: la aparición del voladizo de Batignolles, en la estación parisina de Saint Lazare. La proeza constructiva del ingeniero Charles Rabut, al diseñar un saliente de siete metros que se extendía a lo largo de setenta y cinco, logró impresionar a constructores a través del empotramiento de una viga y la simple inversión en la posición de las armaduras. Pero esta sencilla combinación tuvo consecuencias muy importantes. Cuando en 1910 se publicó en Alemania una monumental recopilación del trabajo de Frank Lloyd Wright⁷, los proyectistas vincularon su interés por las líneas horizontales con el uso del hormigón armado, el único material que permitía la realización de esos grandes planos que parecían flotar. Asimismo, el desafío a la gravedad que constituye el voladizo fue reclamado por la arquitectura condensada bajo el nombre de Estilo Internacional, que lo empleó para ordenar las composiciones de rígidas geometrías, definidas exclusivamente por pautas horizontales y verticales.

En cualquier caso, se puede afirmar que la nueva técnica constructiva entró de lleno en el debate arquitectónico en la primera década del siglo XX, al tiempo que el sistema patentado por Hennebique alcanzaba una fama sin precedentes, vinculada en gran medida a su empleo por parte del sector industrial⁸. De hecho, las obras realizadas por esta firma alcanzaron una gran publicidad a través de la fotografía, un medio que permitía transmitir mejor el mensaje técnico y propagandístico. Los depósitos, silos, puentes y hangares formaron parte importante de este grupo de construcciones que contribuyeron a la difusión del hormigón armado antes de la Primera Guerra Mundial. Su apariencia simple y monolítica, vinculada a modelos de utilización racional, se hizo popular entre las nuevas generaciones de arquitectos y se convirtió además en icono de los pioneros del Movimiento Moderno. Uno de los primeros en reparar en la «inconsciente majestuosidad»⁹ de este tipo de construcciones industriales fue Walter Gropius, que en 1913 valoraba la concepción de los diseños como resultado directo de su función. Y en 1920, la revista «L'Esprit Nouveau» incluyó el conocido artículo de Le Corbusier titulado «Trois rappels à messieurs les architectes», en el que elogiaba la estética de ciertos equipamientos industriales como los silos y los depósitos¹⁰.

El maestro suizo fue también el autor de una defensa encendida de las bondades del hormigón armado: «Nos encontramos en posesión

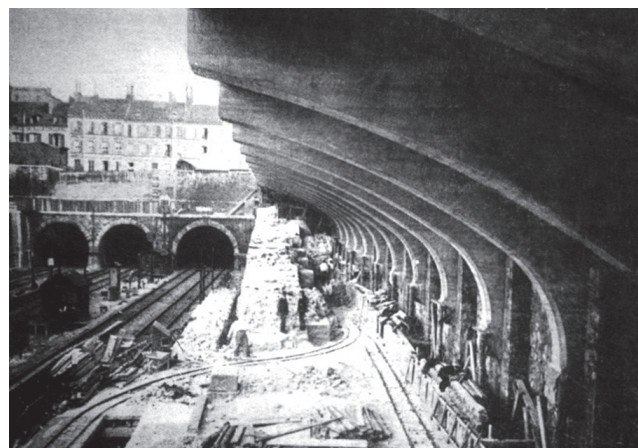


FIG. 4

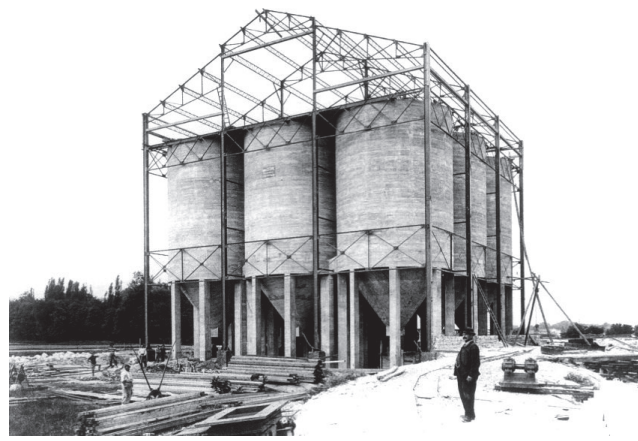
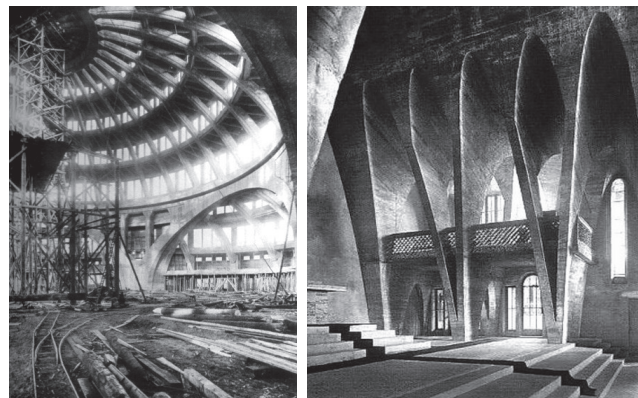


FIG. 5



FIGS. 6-7

Voladizo de Batignolles, París (Francia), 1909 FIG. 4

Edificio industrial, Val d'Oise (Francia), 1912/14. Hormigones Armados Hennebique. FIG. 5

«Sala del Centenario», Exposición Universal Breslau (Polonia), 1912/13 FIG. 6

Capilla episcopal, Bischofsheim (Alemania), 1926 FIG. 7

Segundo «Goethanum», Dornach (Suiza), 1925 FIG. 8

de un medio ortogonal que ninguna época ha poseído jamás, un medio que nos permitirá utilizar la geometría como el medio capital de la arquitectura»¹¹. Esta afirmación quedaba legitimada en parte por su esquema Domino, una estructura que estaba anticipando la solución de entramado ortogonal habitual en la mayoría de edificaciones del siglo XX. No obstante, la cuestión principal planteada era la adecuación entre un sistema constructivo y su sistema formal, un tema que preocupaba a muchos creadores. Algunos preconizaban una arquitectura liberada del ángulo recto, mientras que otros optaron por identificarse con la idea de que la imagen de la obra sólo puede provenir del cálculo. En esta segunda categoría suele citarse la «Sala del Centenario» (Jahrhunderthalle) construido por Max Berg para la exposición de Breslau (actualmente Wrocław, en Polonia) de 1913, como ejemplo de construcción que se esfuerza en destacar su naturaleza racional y su lógica constructiva. Se trataría de cubrir grandes espacios con el mínimo material posible, buscando la elegancia en el equilibrio entre la gestión de las fuerzas y la imagen resultante¹². Pero cuanto más se intentaba fijar un límite, más se descubría la potencialidad plástica del hormigón, que lo hacía

depender del creador que lo trabajaba, casi como si fuese un material moldeado por el artista. Como veremos a continuación, esta tendencia fue explotada en el período de entreguerras, dando como resultado envolventes inesperadas y extrañas, capaces de inducir en los espectadores angustia y desasosiego.

En 1922, el sacerdote alemán Johannes van Acken se convirtió en el primer teólogo capaz de reconocer la validez del hormigón armado para la construcción de templos, pues hasta ese momento la Iglesia le atribuía un carácter innoble, en función de su origen industrial¹³. Tomando como partida las ideas expuestas por van Acken¹⁴, su compatriota Dominikus Böhm construyó una serie de iglesias que explotaban esta capacidad del material de generar superficies que son a la vez armazón y muro que rodea el espacio, concentrando la energía en la textura de la envolvente. Así pues, Böhm presentó en 1922 la «Messopferkirche», un proyecto teórico que ya estaba impregnado de un fuerte expresionismo que se manifestaría plenamente en la iglesia de San Juan Bautista, edificada entre 1922 y 1926 tras dos propuestas que databan de 1912 y 1915. La iglesia despertó interés por la quebrada forma de los paramentos del presbiterio, construidos proyectando hormigón sobre una fina malla metálica. Menos dramatismo irradiaba la capilla episcopal de Bischofsheim (1926), novedosa por su diseño y por la rapidez de su ejecución, limitada a cuatro meses. La planta, larga y estrecha, estaba cubierta por una bóveda parabólica que iniciaba su recorrido desde el mismo suelo, mientras los huecos se recortaban sobre ella, dando como resultado un espacio irreal¹⁵.

Entre las aportaciones específicas de Dominikus Böhm se encuentran, además de un estudiado tratamiento de la luz, el uso del hormigón como material de acabado. Se puede observar cierta predilección por ofrecer un material áspero, violento, con superficies que revelan una textura primitiva y que componen pliegues y volúmenes de una perfecta legibilidad. Los paramentos ilustran las huellas directas de las operaciones de elaboración de una obra, con sus marcas de encofrado y las irregularidades de su piel. Antes de la explosión del brutalismo de los años sesenta, los edificios que abrazaron el estilo expresionista parecían grandes esculturas, como si una mano gigante modelase su figura. Los paramentos del segundo «Goethanum», construido en 1924 por Rudolf Steiner en Dornach (Suiza), manifestaban un impulso similar, animados esta vez por una corriente de pensamiento espiritual.

Tanto la envolvente de Rudolf Steiner, como la del «Templo Estelar» proyectado por Otto Bartning en 1922, desarrollaban su propia espacialidad mediante la potencia física de sus muros. Pero, en sus inicios, las pantallas gruesas, opacas y moldeables no representaron una peculiaridad atractiva, pues se vinculaban a la tradición milenaria de los muros de piedra y a un sentido romántico

FIG. 8

de separación entre el interior y el exterior, de los cuales precisamente el hormigón quería liberarse¹⁶. Así pues, los diseños que transmitían la inercia de la materia en formas esculturas fueron criticados por ensayos que manifestaban su preferencia por la desintegración de la «caja», en paralelo con las tendencias plásticas que apuntaban hacia la desestructuración de las jerarquías convencionales del volumen. Aunque el hormigón armado no es el instrumento inmediato de esta tendencia, el movimiento De Stijl le ofrecía independencia con respecto a las coordenadas tradicionales de las que no podía desprenderse hasta entonces. El muro masivo, criticado y rechazado, fue exaltado en forma de un plano abstracto que, sin dejar de perder su capacidad portante y de protección, podía alcanzar una dimensión superior. La poética neoplástica tendría sus mejores ejemplos en la arquitectura holandesa, especialmente la desarrollada bajo la dirección de J.J.P. Oud, autor, entre otras, de un grupo de viviendas obreras en Hoek van Holland (Rotterdam, 1925/27), donde mostraba su compromiso con el material, al utilizar un técnica más depurada del hormigón que puso de manifiesto en la delgada y esbelta marquesina de la entrada al complejo.

Durante esos años, la aparición más novedosa la constituyeron las cubiertas laminadas, cúpulas y bóvedas delgadas. Las estructuras con elementos laminares son fácilmente visibles en la naturaleza bajo las formas más diversas, pero la civilización humana no consiguió su elaboración hasta el desarrollo del hormigón armado, capaz de generar imágenes hasta ese momento impensables. En 1926, se inauguró el planetario Carl Zeiss en Jena (Alemania), obra del ingeniero Franz Dischinger. La cúpula, de 25 metros de luz y 5 centímetros de espesor, utilizaba como soporte una estructura tubular geodésica —predecesora del trabajo de Buckminster Fuller— sobre la que se proyectó hormigón. Puede decirse que esta primera experiencia abrió el camino a una tipología estructural inédita, a pesar de que la influencia más directa de los arquitectos parece surgir de la obra de Eugène Freyssinet y, más en concreto, de los hangares para dirigibles en el aeropuerto de Orly (París).

Las láminas presentaban una revolución sin precedentes que alcanzaría también a la construcción naval. En efecto, en torno a la década de los años veinte se realizaron barcos en hormigón y hierro, tanto en Europa como en Estados Unidos. Ya hemos visto que este tipo de construcciones tenían un precedente en el sur de Francia, donde Joseph Lambot ideó un bote de remos con una malla de alambre embebida en una mezcla cementosa de poco espesor que presentó con gran éxito en la Exposición Universal de París de 1855 y más tarde patentó, con el objeto de reemplazar la madera en la construcción de navíos. Durante la Segunda Guerra Mundial, y ante la escasez de acero, se crearon buques de hormigón armado,

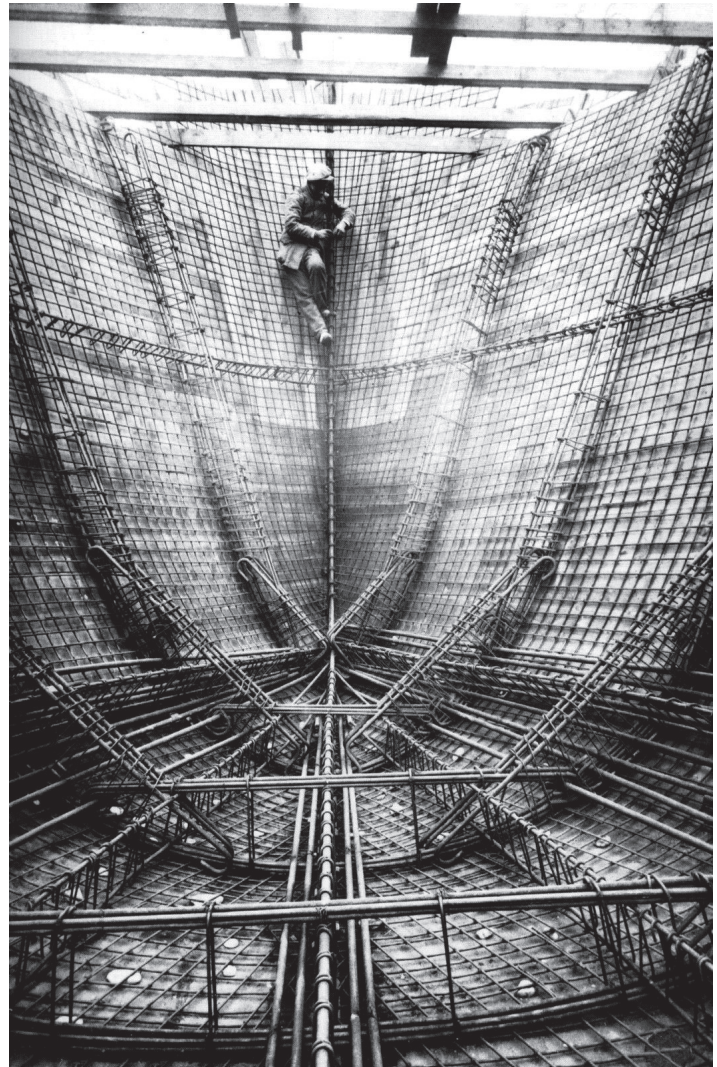


FIG. 9

Construcción de un barco de hormigón armado (ca. 1930) FIG. 9

- 1 En 1824, Joseph Aspdin hizo registrar en el Reino Unido un cemento de su invención que denominó «portland» porque su aspecto era similar al de la piedra del mismo nombre. Por otro lado, en 1845, el inglés Isaac Charles Johnson mejoró el procedimiento de Aspdin al mezclar y cribar finamente la amalgama de arcilla y caliza antes de la cocción para obtener así el primer clínker de la historia.
- 2 Collins, P., «Splendeur du béton: les prédécesseurs et l'oeuvre d'Auguste Perret», Hazan, París, 1995 (1959), p. 58.
- 3 Citado por Simonnet, C., «Hormigón. Historia de un material», Nerea, San Sebastián, 2009, p. 211.
- 4 Baudot, A. (de), «L'architecture et le ciment armé», L'Union des Architectes, París, 1905.
- 5 Como se puede observar, el avance en la construcción de hormigón armado y en la búsqueda artística tuvo lugar en Francia. Cf. Giedion, S., «Espacio, tiempo y arquitectura», Reverté, Barcelona, 2009 (1941), p. 336.
- 6 Aunque antes de «Notre Dame du Raincy» se habían construido edificios religiosos en hormigón armado tan relevantes como templo unitario de Frank Lloyd Wright en Oak Park, Illinois (1906), Auguste Perret es habitualmente considerado como el padre de la «primera iglesia moderna».
- 7 «Ausgeführte Bauten und Entwürfe von Frank Lloyd Wright», Ernst Wasmuth, Berlín, 1910.
- 8 Hennebique concedía licencias para la explotación de su sistema en concesionarios repartidos por toda Europa, que se convirtieron en divulgadores del nuevo procedimiento.
- 9 Gropius, W., «Die Kunst in Industrie und Handel», Jahrbuch des Deutschen Werkbundes, Diederichs, Jena, 1913, pp. 21-22.
- 10 «L'Esprit Nouveau», 1 (1920), pp. 91-97.
- 11 Le Corbusier, «El nuevo espíritu en la arquitectura», Yerba, Murcia, 1993, pp. 14 y 18.
- 12 «La sala del Centenario» de la Exposición Universal de Breslau inició una tendencia a cubrir espacios con una economía de material cada vez más ligada a modelizaciones matemáticas complejas. Robert Maillart, Pier Luigi Nervi o Félix Candela siguieron esta línea, que también mantuvo en España Eduardo Torroja.
- 13 Cf. Varios autores, «Código de Derecho Canónico y legislación complementaria», BAC, Madrid, 1952 (1917).
- 14 Van Acken, J., «Christozentrische Kirchenkunst, ein Entwurf zum liturgischen Gesamtkunstwerk». El libro se agotó en pocos meses y en 1923 apareció una segunda edición (Theben, Gladbeck).
- 15 No obstante, la obra que le otorgó un mayor reconocimiento fue la construcción de la iglesia de San Engelberto, en Colonia (1928/32), a pesar de que en su momento fuera calificada de irreligiosa por el diario vaticano L'Osservatore Romano.
- 16 Cf. Simonnet, C., «Hormigón. Historia de un material», Op. cit., p. 164.
- 17 Véase: Fernández Ordoñez, J. A., «Eugène Freyssinet», Xarait, Madrid, 1978.

que presentaban mayores inconvenientes que las posibles ventajas en ahorro de material y simplificación constructiva. En cualquier caso, estas experiencias evidenciaban la absoluta confianza depositada en dicho material para resolver cualquier problema de la vida moderna.

Hacia 1930, el hormigón había progresado hasta el punto de ofrecer una inmensa libertad a los creadores. Esta libertad estaba ligada a un acontecimiento especialmente relevante: la aparición de la teoría del pretensado. Dischinger, Freyssinet, e incluso antes Rabut, habían intuido de que para salvar grandes vanos y evitar la fisuración del hormigón armado era necesario reforzarlo previamente. En vez de perseguir geometrías que optimizaran el reparto de cargas, decidieron transformar el comportamiento del material, dotándolo de mayor resistencia. Este laborioso trabajo desembocó finalmente en 1929 en la concepción definitiva del hormigón pretensado por parte de Freyssinet¹⁷. El hallazgo se encontraba a la altura del realizado por Louis Vicat en 1817, del que hablábamos al comienzo de este artículo, y condujo a una auténtica revolución en el diseño arquitectónico, consolidándose como una técnica básica en la construcción tras la Segunda Guerra Mundial.

Vemos pues, que los orígenes del hormigón son los del cálculo, de la audacia temeraria y de las experiencias revolucionarias que están en la raíz de toda la arquitectura contemporánea. A medida que su historia progresa, se van desplegando sus sucesivas fases: desde su incorporación a la construcción como sustitución o refuerzo, sin valor estético alguno, pasando por su dependencia de formas propias de otros materiales, hasta convertirse finalmente en el emblema de los arquitectos de las primeras décadas del siglo pasado para la creación de nuevos modos de comprender la realidad. En total, hubo de pasar más de medio siglo para que adquiriese una entidad estética propia.

En definitiva, la historia del hormigón es la crónica de una ilusión inicial —la formulación de la piedra artificial—, multiplicada por el entusiasmo de los inventores, alterada por las patentes decimonónicas y manipulada por constructores, arquitectos e ingenieros que ayudaron a desarrollar una técnica con la que se han construido obras maestras. Algunas de las realizaciones aquí expuestas, comprendidas todas ellas entre 1850 y 1930, han sido despreciadas por la historiografía moderna, otras han sido tratadas con condescendencia, y muchas han quedado relegadas al olvido. Sin embargo, estas construcciones pioneras, comenzadas sin referentes previos y en un momento de aceleradas transformaciones, han sentado las bases del desarrollo de un material que se vuelve a presentar como imprescindible y dominante en el gran arte de la arquitectura de nuestro siglo, hasta un grado que nadie es capaz de prever.

Silvia Blanco Agüeira