

El museo: un recurso inestimable para el estudio de la historia de la construcción

Objetos, documentos, exposiciones e investigaciones del Deutsches Museum, Munich

Desde finales del siglo XIX se crearon, partiendo de las exposiciones industriales regionales y mundiales, museos de artes y oficios, así como de ciencia y tecnología, cuyas colecciones enfocan, entre otros, objetos relacionados con la construcción. Dichos objetos pueden servir hoy para documentar y entender, presentar y comunicar la historia de la construcción. Un ejemplo destacado representa la colección y las exposiciones del Deutsches Museum en Munich, Alemania, que además dispone de una biblioteca especializada y de un archivo importante. Este artículo presenta algunos ejemplos de los objetos originales, maquetas, experimentos y documentos, así como exposiciones e investigaciones que se basan en las colecciones de arquitectura e ingeniería civil del Deutsches Museum. Se evalúa esta colección como recurso para el estudio de la historia de la construcción y para su presentación al público. Además, se alude a otros museos con colecciones referentes a la historia de la construcción.

Palabras clave: museo, exposición, colección, maqueta.

Stimulated by innumerable regional and global industrial fairs held during the 19th century, the desire arose to create permanent exhibitions and finally museums of arts and industry as well as of science and technology, whose collections focus on many objects related to building and construction, among others. Today these objects can help us document and understand, present and communicate the history of construction. A prominent example of this development is the Deutsches Museum in Munich (Germany) with its collections and exhibitions, both complemented by a specialized library and an important archive. This article presents some examples selected from the original objects, models, experiments (hands-on) and documents that motivated research programs and exhibitions. This collection is evaluated as a resource for research on construction history and its presentation to the public. Furthermore, references to other museums with collections related to construction history are made.

Keywords: museum, exposition, collection, models.

Museos, especialmente los de ciencia y tecnología, como el Deutsches Museum, de Munich, a menudo pueden, aun más allá de sus exposiciones y actividades educativas, actuar como centros para el estudio de la historia de la construcción. A través de sus objetos de colección, por un lado presentan un soporte concreto para el análisis y la comprensión de las estructuras relacionadas con las técnicas de construcción, y por otro lado exhiben maquetas que explican los métodos de construcción no sólo históricos, sino también modernos, además de presentar los materiales de construcción y sus posibilidades de aplicación práctica. En las exposiciones el espectador entra como un observador curioso a la obra de construcción. Pero también en muchas otras galerías, no necesaria-

* Director del área de tecnología del Deutsches Museum, Munich, Alemania.

mente relacionadas con el área de la construcción, se pueden encontrar objetos interesantes para los constructores, como en las galerías de topografía, de instrumentos científicos, de extracción y manejo de materiales.

En general es una observación frecuente e interesante que en las exposiciones de la construcción, debido al compendio sintético de fenómenos técnicos en un contexto organizado, una característica obligatoria para cualquier exposición, la tarea particular de un ingeniero civil moderno puede ser comprendida mejor como parte de una visión integral de la obra constructiva, ya que desafortunadamente muchos de ellos no siempre son conscientes de participar en una obra integral debido a que están educados y acostumbrados a elaborar detalles y cálculos específicos sin relación con el todo.

Desde el punto de vista de los arquitectos, es sorprendente que por lo general los museos de arquitectura no presentan, coleccionan o estudian lo que entendemos ahora como la historia de la construcción. Probablemente esto se debe a que están, más que los museos técnicos, orientados hacia la presentación de edificios en proceso de diseño o ya terminados, con un enfoque al diseño de sus espacios arquitectónicos.

Introducción

El Deutsches Museum en Munich, Alemania, fue fundado en 1903 por Oskar von Miller (1855-1934), un exitoso empresario de Baviera e ingeniero civil por formación, cuyo objetivo era crear una institución para popularizar tanto las ciencias naturales como las tecnologías en sus respectivos contextos histórico-sociales. Los estatutos del museo establecen que su propósito es coleccionar, conservar, documentar, investigar y exponer “obras maestras de las ciencias naturales y de la tecnología”. De esta

manera, el museo se entiende como un centro de investigación del desarrollo de las ciencias naturales, de las tecnologías y de la industria. Además, se encarga de la formación científica y académica, pero también, a través de las exposiciones, de una educación popular en una forma seria y a la vez entretenida. El fondo para estas tareas representa la colección de “obras maestras” correspondientes a los enfoques de ciencia e ingeniería representados en los 50 departamentos y exposiciones. Como hace algunas décadas la colección original de puras “obras maestras” resultó demasiado ambiciosa y rigurosa, se abolió este reto y ahora se coleccionan obras representativas, seleccionadas ejemplarmente.

Para su obra, Oskar von Miller se inspiró en las ferias industriales de la época y las colecciones de las academias científicas, pero sobre todo en el Musée des Arts et Métiers (París, 1794) y en el Science Museum (Londres, 1857), entonces todavía parte del Victoria and Albert Museum. Sus ideas se integraban en la ola fundacional de museos e instituciones similares, como el contemporáneo Technisches Museum (Viena, 1918). Otros, por su parte, tomaron de modelo el Deutsches Museum, como el Museum of Science and Industry (Chicago, 1928) y el Museo della Scienza Leonardo da Vinci (Milán, 1953). La innovación y contribución fundamental del Deutsches Museum a la museología son los experimentos explicativos que el visitante puede tocar y manejar, hoy llamados *hands-on*, que aún perduran en los Science Centres modernos.¹

¹ Obras recientes acerca de la historia de la construcción: A. Becchi, R. Carvais y J. Sakarovitch (dir.), *L'Histoire de la construction en Europe. Un Méridien européen/ Construction History in Europe. A European Meridian. Association francophone d'histoire de la construction*, París, 2015; disponible en [<http://www.histoire-construction.fr>]; Jürgen Renn, Wilhelm Ostthues y Hermann Schlimme (eds.), *Wissensgeschichte der Architektur*, Max Planck Research Library for the History and Development of Knowledge, Studies vols. 3, 4 y 5. Berlín, 2015; disponible en [<http://www.edition-open-access.de/studies/index.html>].

El edificio como monumento

Las innovaciones técnicas que se emplearon en la construcción del edificio para la colección están documentadas en una amplia colección de fotografías, dibujos y textos en el archivo del museo. En primer lugar hay que señalar que la relación de Miller con la industria del cemento era tan estrecha como útil, así que el semanario *Zement und Beton*, en su edición del 2 de octubre de 1908 (núm. 40, p. 637) pudo llegar a la siguiente conclusión:

La industria del cemento en Alemania, como es sabido, ha decidido la donación del cemento necesario para la construcción del Deutsches Museum en Munich, a través de las empresas asociadas, que han entregado hasta ahora 450 vagones de ferrocarril de cemento Portland con un valor de producción de 120 000 marcos imperiales para empezar. Las empresas de concreto han asegurado la ejecución de los trabajos respectivos de la obra negra, además de los necesarios para los sistemas de calefacción y ventilación, parcialmente en calidad de donación y parcialmente mediante el cobro del precio de costo.²

Debido a esto se podían usar materiales innovadores y prometedores para la fábrica del nuevo Museo de Ciencia y Tecnología y, más aún, “Miller deseaba que el propio edificio representara una obra maestra de la tecnología moderna”.³ Matschoss escribe, en 1925, para la Asociación Alemana de Ingenieros (VDI):

² Dirk Bühler, “Building a Masterpiece of Concrete-Technology: The Deutsches Museum in Munich (1906-1911)”, en *Proceedings of the Third International Congress on Construction History*, vol. 1, Cottbus, Brandenburg University of Technology Cottbus 20th-24th, mayo de 2009, pp. 257-266. Disponible en [http://www.deutsches-museum.de/fileadmin/Content/010_DM/050_Forschung/museum-aus-gegossenem-stein-online.pdf].

³ Wilhelm Füßl, *Oskar von Müller (1855-1934) Eine Biografie*, München, Beck-Verlag, 2005, pp. 266-271.

Para lograr la mejor ejecución de las obras negras a la altura de las tecnologías de construcción se pidieron propuestas a las mejores y más reconocidas constructoras de concreto, entregándoles programas de construcción precisos y planos generales con las indicaciones necesarias para la preparación de sus propuestas.⁴

Todos los competidores por la obra tenían que estar presentes durante la revisión de las propuestas, e incluso fueron obligados a revelar sus secretos técnicos con el fin de “lograr el diseño más adecuado”.⁵ La decisión de construir el museo con concreto se había tomado relativamente temprano, tal vez no sólo por el donativo generoso sino también por razones de protección contra incendios. Finalmente los promotores decidieron contratar las empresas con más tradición en las construcciones de concreto, como Dyckerhoff y Widmann, que también era dueña de una fábrica de cemento, así como otras empresas, incluida Wolle, de Leipzig, y los Hermanos Rank en colaboración con Ed. Züblin, de Munich.

Los trabajos de cimentación del nuevo edificio se llevaron a cabo de acuerdo con las últimas técnicas de construcción de concreto, como los pilotes tipo *Strauss* que recientemente habían sido patentados. Los trabajos comenzaron antes del 31 de julio de 1910, después de que se completó una larga exploración previa del subsuelo en el fondo de grava glacial, que constituye la isla en el río Isar. Se aplicaron diferentes métodos para la cimentación con pilotes hasta que ésta se completó el 5 de abril 1910 usando 1 500 pilotes con una longitud acumulada de 8 100 m. La fabricación de la laja de cimentación de concreto armado sobre los pilotes se concluyó en abril de 1910.

En función de los diferentes requerimientos estructurales se emplearon los métodos adecuados más modernos de construcción, que fueron docu-

⁴ Conrad Matschoss, *Das Deutsche Museum — Geschichte Aufgaben Ziele—*, Berlin/München VDI-Verlag, 1925, p. 56.

⁵ *Ibidem*, p. 56.

mentados con precisión. Las operaciones cotidianas fueron retratadas por un fotógrafo. Así se documentaron los trabajadores de doblamiento de los ganchos de hierro para la armadura, pero también los encofrados para el colado del techo, refuerzos de hierro para las vigas o la mezcladora de concreto con sus aparejos de materiales.

En la construcción de las cuatro alas con sus cuatro pisos que rodean un patio central, incluyendo el sótano (utilizado como talleres y almacenes), se empleó un sistema similar al de Hennebique, que había sido patentado con anterioridad por la empresa Hermanos Rank. Las galerías se planificaron como grandes salas multiusos abiertas, que fueron apoyadas por hileras de columnas de concreto armado. Hay sólo una viga hierro de 17 m de largo y 1.70 m de altura en una cubierta de gran envergadura, en el sótano. La torre distintiva del museo, sin embargo, está hecha de concreto apisonado. La estructura de la cubierta en la parte rectangular del edificio, alrededor del patio, consiste en vigas de concreto armado que fueron prefabricadas en encofrados de madera (figura 1).

Las salas para exposiciones en el oeste y el este del patio donde se insertan tienen 62 m de largo y una altura de 13.5 m. La sala central tiene la misma longitud, con una altura de 22.5 m. Los pasillos laterales están cubiertos con una bóveda de concreto, abierta, con una luz libre de 17.5 m. La sala central, con una envergadura de 20.5 m, está cubierta por una estructura de hierro que descansa en arcos parabólicos de concreto armado. Al respecto, Matschoss informa:

Las salas son de concreto armado en forma de armaduras, que consisten en una serie de columnas de concreto armado con relleno de tabique. Los soportes de las salas laterales se realizaron en forma parabólica y conectan las vigas de la sala central con las columnas de las alas este y oeste de las galerías por



Figura 1. Vista general de la obra del Deutsches Museum ca. 1914, con los techos y cúpulas de nuevo sin sus cubiertas de cobre. Fotografía del Deutsches Museum.

arranques articuladas. [...] Una bóveda ligera de medio cañón cuelga debajo de la techumbre de hierro.⁶

Otro punto a destacar de la construcción es la escalera en la esquina noreste: se compone de escalones de concreto armado empotrados en voladizo en el muro circundante. El centro libre de la escalera no tiene ninguna función de apoyo. Construcciones especiales estaban previstas, además, para el techo del vestíbulo, el *hall* de entrada actual y el salón de honor (figura 2).

La composición de las paredes exteriores es testimonio de la creatividad de los primeros diseñadores de concreto: mientras que el núcleo del muro está formado de hormigón armado, la fachada visible tiene un acabado con revestimiento de concreto ligero. Para obtener un matiz más “vivaz y más cálido”⁷ en el paramento exterior, se le agregó al concreto un material de color más agradable. Después de la terminación de la obra el concreto visible recibió su textura final a través de un tratamiento con cinceles o palos. En el interior de los muros de concreto se colocó una capa de concreto de piedra pómez, de 10 cm, con el fin de mejorar el aislamiento térmico y facilitar el uso de clavos. Pocas partes del edificio, como la fachada del salón de honor y las escaleras exteriores, están realmente recubier-

⁶ *Ibidem*, p. 74.

⁷ *Ibidem*, p. 78.



Figura 2. Vista de la obra negra del edificio de concreto armado del Deutsches Museum. Fotografía del Deutsches Museum.

tas con losas de piedra caliza, toba o basalto. Hasta la fiesta tradicional del fin de la obra negra, el 5 de octubre de 1911, se habían empleado 12 000 m³ de madera, 60 000 m³ de grava y arena, 3 000 toneladas de hierro, 400 vagones de tren de cal y 1 700 vagones de ferrocarril de cemento habían sido procesados para la construcción. Los últimos trabajos para la culminación del edificio fueron interrumpidos hasta mucho después del estallido de la Primera Guerra Mundial. Sin embargo, el número de trabajadores se redujo sucesivamente a medida que se integraban al servicio militar. El 9 de junio de 1917 la construcción fue interrumpida por una instrucción oficial y para más: las placas de cobre para los techos y las cúpulas se eliminaron para utilizarlos con fines militares. Sólo unos pocos años después del final de la primera guerra se reanudaron los trabajos sin gran revuelo ni más incidentes. El edificio y las exposiciones fueron inaugurados el 5 de mayo de 1925, dos días antes del cumpleaños 70 de su fundador, Oskar von Miller.

Por último hay que destacar que también en otros museos los mismos edificios pueden servir, en muchos casos, como objetos de investigación de la historia de la construcción. Estas investigaciones a veces son requisitos para facilitar el mantenimiento de los edificios y, aún más, para una reforma. El caso de la reconstrucción del Neues Museum, en

Berlín, agrega otra contribución espectacular a las posibilidades: el Neues Museum, ahora restaurado, presenta conscientemente los resultados de las investigaciones respectivas como una referencia palpable en sus galerías.

Los originales cuentan sus historias

Una de las colecciones más completas de objetos y documentos que hacen referencia a las técnicas de construcción y su historia está registrada en el Deutsches Museum.⁸ La colección de objetos del museo se remonta a finales del siglo XIX; por tanto, a los primeros días de la utilización generalizada de materiales modernos en la ingeniería civil y la arquitectura. Desde su fundación en 1903 han sido coleccionados innumerables objetos relacionados con la tecnología de la construcción y su aplicación en la ingeniería civil y la arquitectura. Entre dichos objetos se hallan prácticamente todos los posibles materiales de construcción, sus métodos de producción y su uso. Además, se ejemplifican los dispositivos necesarios para la prueba de materiales y las posibles aplicaciones, el tratamiento de la superficie y aplicación final en los edificios. El hecho de que el fundador del museo haya sido un ingeniero civil muy involucrado en la construcción de plantas de energía hidráulica con el material todavía relativamente nuevo, el concreto produjo como consecuencia que no sólo el museo fuera una de las principales construcciones de concreto en Munich; significa que por esta razón la colección de materia-

⁸ El Deutsches Museum en línea: buscador en los archivos [<http://www.deutsches-museum.de/en/archives/collections/>], la biblioteca en general [<http://www.deutsches-museum.de/en/library/>], buscador de la biblioteca [<https://opac.deutsches-museum.de/webOPACClient.dmmsis/start.do?methodToCall=selectLanguage&Language=en>], exposiciones sobre puentes e ingeniería hidráulica en línea [<http://www.deutsches-museum.de/en/exhibitions/transport/bridge-building/>] y [<http://www.deutsches-museum.de/en/exhibitions/transport/hydraulic-engineering/>].

les de construcción tiene como foco principal todo lo relacionado con el material: instrumentos para las pruebas de materiales, así como muestras de los tipos y usos de concreto y el tratamiento de superficies, dispositivos para la producción y muchas maquetas como ejemplos de construcciones de concreto en forma de obras y edificios terminados.

Desde esta época el museo completó su muestrario de objetos sobre el cemento y concreto permanentemente hasta ahora, de manera que el acervo considera en la actualidad objetos hasta finales de los sesenta, e incluso algunos aún más recientes, muchos de ellos donados por la firma alemana DYWIDAG. Pero también en otras exposiciones y colecciones presentes en el Deutsches Museum se encuentran objetos para el estudio de la historia de la construcción, tales como la producción, el procesamiento y el uso de ladrillos, acero y madera, y su aplicación en la construcción de puentes y carreteras, obras hidráulicas y la arquitectura. Además, equipo, herramientas y máquinas para la construcción han sido y siguen siendo coleccionados. Dichas colecciones de objetos se complementan con una extensa biblioteca especializada y grandes archivos. Todos los resultados de la investigación de referencia son publicados por la editorial del museo. Este fondo de exposiciones, objetos atesorados en las colecciones, documentos impresos y la literatura de la biblioteca y manuscritos guardados en los archivos del Deutsches Museum, hacen de esta institución un lugar maravilloso, incluso para futuros estudios sobre la historia de la construcción. De esta manera se puede contar, por ejemplo, una historia del cemento y del concreto⁹ a través de los objetos del museo, y empezaría así: El

⁹ Dirk Bühler. "The Collection of the Deutsches Museum: A Source for Research on the History of Construction", en R. Carvais, A. Guillerme, V. Nègre y J. Sakarovitch (eds.), *Nuts & Bolts of Construction History: Culture, Technology and Society (4th International Congress on Construction History, Paris 2.-7.7.2012)*, vol. 1, París, 2012, pp. 61-68.

ingeniero escocés John Grant (1819-1888), miembro del Metropolitan Board of Works de Londres, es el primero en llevar a cabo experimentos exitosos con cemento Portland en 1856. Grant estableció la primera metodología para las pruebas de material y desarrolló un instrumento para probar la resistencia del cemento a la tracción en 1858. Uno de estos aparatos muy sencillos, que estaba en uso en los años de 1860, como indica el texto correspondiente, es el más antiguo en nuestra colección.

En la década de 1870 los equipos de prueba de materiales se establecieron cada vez más como laboratorios en las universidades y escuelas politécnicas alemanas. Uno de los primeros y más importantes fue el Mechanisch-Technisches Laboratorium, de Johann Bauschinger (1834-1893), que se instaló en 1873. Bauschinger fue, desde 1868 hasta su muerte, profesor de Ingeniería Mecánica en la Universidad Técnica de Munich. Había estudiado Física, y como ingeniero era completamente consciente de la importancia de la prueba de materiales para el desarrollo de nuevas tecnologías de construcción. El Deutsches Museum tiene un solo instrumento de Bauschinger, que es un dispositivo diseñado para determinar la persistencia de volumen en los cementos. Fue construido, así como los dispositivos de Michaelis, por su asistente Konrad Klebe. Desafortunadamente el aparato no está completamente conservado.

Wilhelm Michaelis (1840-1911), quien ocupó una cátedra en Berlín, desarrolló en 1876 un nuevo examinador de cemento estándar que pronto se emplearía en todas partes. El museo posee dos de estos instrumentos sumamente versátiles. En una carta a Oskar von Miller del 23 de junio de 1910, Michaelis escribe que envió al museo tres cajas con un peso neto total de 176 kilogramos. Además de sus famosos examinadores de cemento y todo el equipo de apoyo, las cajas contenían algunos otros objetos más que los visitantes del museo pueden admirar todavía hoy.



Figura 3. El popular examinador de cemento estándar de Wilhelm Michaelis de 1876. Fotografía del Deutsches Museum.

Los instrumentos de Michaelis fueron aceptados rápidamente por los laboratorios contemporáneos, porque el inventor los promovió a través de sus artículos científicos en las principales revistas de la industria de la arcilla y del cemento¹⁰ y mediante presentaciones en ferias, como en la Exposición Universal de París de 1878¹¹ (figura 3). Además de los dispositivos de Bauschinger y Michaelis, la colección del museo incluye un instrumento para probar la resistencia a la flexión de vigas de concreto, de 1933, para una carga máxima de cinco toneladas, y con un manómetro de 0-270 bar, otro regalo del Chemischen Laboratorium für Tonindustrie und Tonindustriezeitung der Seger & Cramer GmbH (figura 4).

¹⁰ Wilhelm Michaelis, "Vorrichtung zur Ermittlung der Haftfestigkeit des Mörtels", *Thonindustrie-Zeitung XV. Jahrgang*, núm. 12, Berlín, 1891, pp. 217-218, y Wilhelm Michaelis, "Vorrichtung zum Entformen von Cement-Zugprobekörpern", *Thonindustrie-Zeitung XV. Jahrgang*, núm. 19, Berlín, 1891, pp. 325-326.

¹¹ Wilhelm Ritter von Pichler, *Die Materialprüfungsmaschinen der Pariser Weltausstellung im Jahre 1878*, Leipzig, Knapp, 1879.

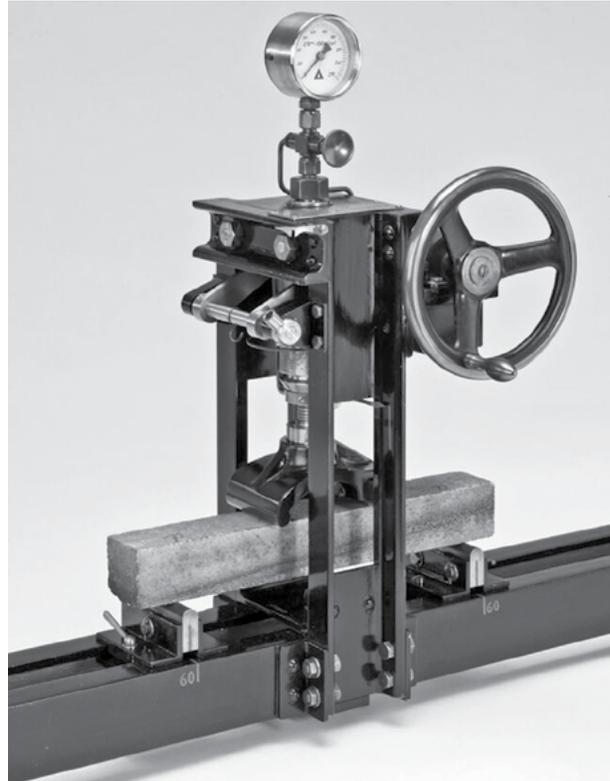


Figura 4. Instrumento de 1933 para probar la resistencia a la flexión de vigas de concreto para una carga máxima de cinco toneladas y con un manómetro de 0-270 bar. Fotografía del Deutsches Museum.

Los dispositivos de prueba se complementan con muestras de cemento, concreto, bloques de concreto, y muestras para los tratamientos de las superficies. La más antigua de estas piezas se remonta a finales de 1850, una muestra de cemento Portland de Stettin. Esta muestra podría ser una de las más antiguas en Alemania, ya que la primera fábrica de cemento Portland en el país fue fundada en Züllchow, un suburbio de Stettin (ahora Szczecin, Polonia), en 1855 por el pionero alemán Hermann Bleibtreu (1821-1881). Eduard Schwenk (1812-1869) construyó otra fábrica de cemento en 1857, esta vez más cerca de Munich, dotada con un laboratorio a partir de 1875. Después de 1876 Schenk comenzó a producir piezas prefabricadas de hormigón en Allmendingen, en Ulm. La compañía fue una de los principales proveedores de piedra artificial, ofreciendo una sorprendente variedad de colores y formas.

Las piezas fueron exhibidas en la galería de materiales de construcción, vivienda y urbanismo (salones 222-241), junto con dos dioramas y varias pinturas de fábricas de cemento.¹² El último objeto original de esta colección fue donado en 1933 para una futura “exposición de concreto”, que no se materializó. Otros dispositivos datan de 1940-1960, y complementan la colección algunas piezas más actuales, donadas por la empresa cementera Dyckerhoff y Widmann mbH en Utting, Munich, en 1999.

Otra parte de la colección está dedicada a la preparación de concreto y a las primeras aplicaciones: la gama de objetos sobre este tema va desde la más temprana mezcladora, de Alfred Kunz, que se desarrolló a partir de una máquina de limpieza de la grava, a plantas de hormigón móviles más complejas para grandes volúmenes de concreto.

En la colección del museo también se halla la primera construcción de concreto armado en Alemania,¹³ que tiene la siguiente historia: en 1884 se conocieron en la exposición industrial de Treveres el constructor alemán Conrad Freytag (1846-1921) y Joseph Monier, quien había patentado un método para el reforzamiento de hormigón por una malla metálica. Debido a su espíritu empresarial, Freytag reconoció de inmediato el enorme potencial de esta invención. Poco después, Freytag viajó con su amigo Josseaux a París para reunirse con Monier para suscribir un acuerdo de licencia con el inventor. Dicha licencia les permitió aplicar el nuevo método en el sur de Alemania a través de la firma Freytag & Heidschuch en Neustadt an der Haardt y por la empresa Martenstein & Josseaux, en Offenbach (figura 5).

Con el acuerdo de licencia firmado, Conrad Freytag regresó a Neustadt y aplicó el nuevo méto-

¹² Eva Mayring, *Bilder der Technik, Industrie und Wissenschaft*, Deutsches Museum y Edition Minerva München, 2008, pp. 214-218.

¹³ Dirk Bühler, “Erstes Bauwerk aus bewehrtem Beton”, en *Technik in Bayern*, Munich, abril de 2011, pp. 44-45.



Figura 5. Primera construcción de concreto armado en Alemania: la perrera de Conrad Freytag, de 1884. Fotografía del Deutsches Museum.

do inmediatamente para construir un pequeño edificio experimental, que ahora tenemos en nuestra colección: una perrera. En uno de los muros está escrito, en altorrelieve, el número 1884 que identifica el año de construcción. El 15 de septiembre de 1933 el director ejecutivo del museo, Karl Bäßler (1888-1973), acusó recibo de la cabaña y anunció su colocación en el jardín del museo. Desde entonces se conserva esta primera construcción de hormigón armado en Alemania, como un ícono de los principios de la construcción de concreto. Por su delicado estado de conservación sólo se muestra en ocasiones muy especiales.

En el momento en que la perrera fue entregada al Deutsches Museum no se le consideró de inmediato como ícono de la construcción, sino que siguió siendo calificada como construcción experimental. Esto explica probablemente por qué una pieza de 15 x 15 cm le fue cortada del techo con el fin de examinar con más detalle la construcción.

La misma importancia que tiene esta perrera para Alemania representa para Francia el barco que

construyó Joseph-Louis Lambot (1814-1887), en 1848, con concreto armado. Fue patentado el 30 de enero de 1855 y presentado ese mismo año en la Exposición Universal de París. Se considera como la primera aplicación de la nueva tecnología. Hoy, el barco se encuentra en el museo de la ciudad de Brignoles (Var, Francia), la comunidad donde murió Lambot.

Por último, la Asociación del Concreto de Alemania, fundada en 1898 en Oberkassel, cerca de Bonn, hace una generosa donación al Deutsches Museum el 9 de septiembre de 1931. La donación incluyó dos vaciados de cemento ornamentales, un friso, un capitel y la base de una columna y dos objetos de concreto de la época romana: un tubo de agua y un segmento de concreto sacado del acueducto del Eifel. Un año más tarde, en 1932, la asociación donó varios objetos más y un modelo. Por otra parte, la fábrica de piedra artificial de Ulm donó al museo, en 1905, tablas de cemento romano y cemento Portland, así como un capitel de cemento romano dataado en 1870. Las donaciones de la asociación alemana del concreto antes mencionadas se completaron el 1 de septiembre de 1932, cuando se suministró la maqueta de la cafetería del estadio de Núremberg (original construido en 1928). Esta maqueta, hecha a una escala de 1:150, muestra las diferentes etapas de construcción de concreto armado, incluyendo el encofrado típico¹⁴ (figura 6).

Una segunda maqueta representa la sección transversal de la Rotonda del Centenario en Wrocław (Polonia), a una escala de 1:50. La rotonda original fue construida entre 1911 y 1913, de acuerdo con los planes del arquitecto y comisionado de la ciudad para la Planificación Urbana, Max Berg

¹⁴ Dirk Bühler, "Stadion-Café in Nürnberg", en *Das Architekturmodell-Werkzeug, Fetisch, Kleine Utopie, Katalog zur gleichnamigen Ausstellung im Deutschen Architekturmuseum vom 25. Mai-16. September 2012*, herausgegeben von Oliver Elser und Peter Cachola Schmal, DAM Frankfurt y Verlag Scheidegger & Spiess AG Zürich, 2012, pp. 87-90.



Figura 6. Maqueta que muestra la construcción, con concreto armado, del Café del Estadio de Nuremberg (1928). Fotografía del Deutsches Museum.

(1870-1947). La cúpula espectacular de la rotonda tenía un diámetro de 65 m, la más grande de su tiempo.¹⁵

El modelo del puente sobre el río Iller, donado en 1964 por el contratista DYWIDAG al museo, sirvió de inspiración para una investigación a fondo que finalmente dio lugar al reconocimiento de los puentes sobre el río Iller como monumentos históricos.¹⁶

Además, la colección del museo incluye maquetas y originales de las primeras aplicaciones del concreto armado en la construcción de puentes, como el puente sobre el río Danubio, de Großmehring, de 1930; y concreto pretensado, como en los primeros puentes sobre el río Marne, de Eugène Freyssinet (1879-1962)¹⁷ de 1949. También se presentan diferentes métodos de construcción, como el de los voladizos sucesivos libres, aplicado en la construcción del puente sobre el río Lahn, en Balduinstein, que fue el primero construido con este método por Ulrich Finsterwalder (1897-1988) en 1949. Se conserva en el museo la maqueta original que le sirvió al inventor del método como demostración para sus clientes (figura 7). Equipos originales y maquetas para construcciones de concreto pretensado, así como

¹⁵ Antoine Picon, *L'art de l'ingénieur*, París, Centre Pompidou, 1997, pp. 90-92.

¹⁶ Dirk Bühler, "Die Illerbrücken in Kempten: Beton in der Bautechnik um 1903", en *Circa 1903-Artefakte in der Gründungszeit des Deutschen Museums*, ed. por U. Hashagen, H.-O. Blumtritt y H. Trischler, Munich, Deutsches Museum, 2003, pp. 474-498.

¹⁷ Dirk Bühler, *Brückenbau-Das Begleitbuch zur Ausstellung*, 2a. ed., Munich, Deutsches Museum, 2010.

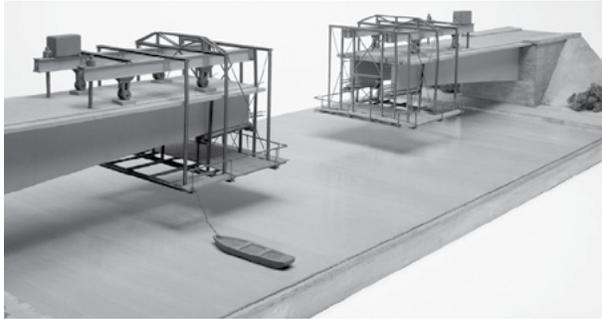


Figura 7. Maqueta que muestra el método de voladizos sucesivos para la construcción del puente sobre el río Lahn. Fotografía del Deutsches Museum.

apoyos históricos y actuales de puentes completan la colección. Estructuras de ingeniería hidráulica, tales como la presa de Kaprun, de 1950, o el azud en Oberried, se presentan a través de dioramas.

Aparte de esta colección de objetos relacionados con el concreto —que es sin duda la más completa del museo—, también se presenta una amplia colección de otros materiales de construcción, como ladrillos cocidos y adobe, y se conservan objetos de la antigüedad romana hasta la actualidad, además de una pequeña colección de juntas de madera, mientras que los objetos originales de metal constructivo se integran a la gran colección y exposición sobre metales en general. También se coleccionan partes de instalaciones, como apoyos para vigas, juntas de dilatación para puentes, tanto históricas como actuales, y anclajes para el concreto pretensado.

De manera similar a la del concreto se podría contar también la historia de la arquitectura e ingeniería hidráulica, ya que esta colección comprende, entre otros, un sinnúmero de tuberías originales de agua y de desagüe desde la época romana hasta la actualidad, complementada por medidores de agua, entre ellos el más antiguo (figura 8). No faltan instalaciones originales en presas y esclusas, que a veces tienen extensiones impresionantes.

Un objeto original moderno del área de construcción es, por ejemplo, el equipo para la colocación de cables del puente sobre el Storebelt, en Dinamarca, que se construyó entre 1996 y 1998. Este equipo se

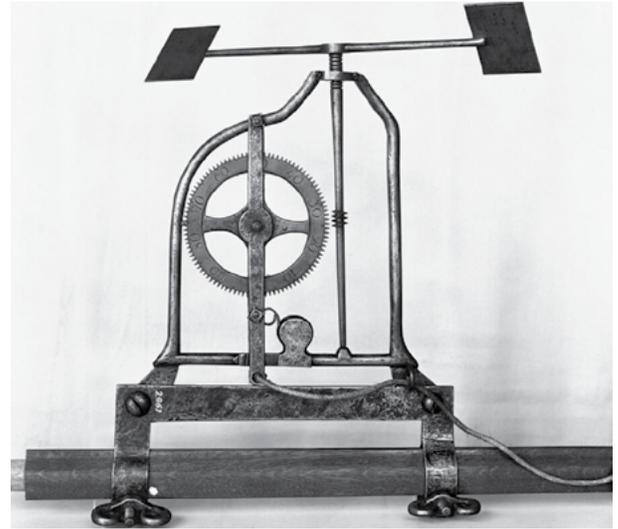


Figura 8. El primer medidor de agua fue desarrollado por Reinhard Woltmann alrededor del año 1790. Mide la velocidad de las aguas corrientes. Si se conoce el área del corte transversal del cauce del río, se puede calcular el volumen de agua que corre en un tiempo determinado. Fotografía del Deutsches Museum.

adquirió, después de haber documentado su uso en el mismo sitio, directamente de la obra, para ser expuesto en la entonces nueva galería de puentes.

Otro tipo de originales se encuentran en el departamento de “juguetes técnicos”, donde se coleccionan no sólo juegos de equipos didácticos en general, sino sobre todo los de interés para la educación de jóvenes constructores. El objeto más llamativo de esta colección es el equipo de construcción con bloques de vidrio coloreado que diseñaron Blanche Mahlberg y Bruno Taut entre 1919 y 1920 con el nombre de “Dandanah, el palacio encantado”, y del cual se conservan muy pocos ejemplares¹⁸ (figura 9). Entre muchos equipos didácticos de bloques para la construcción de todos los tiempos se encuentran objetos del modernismo, del Bauhaus y actuales, que reflejan siempre las tendencias de la arquitectura y las técnicas de construcción contemporáneas.

¹⁸ Artemis Yagou, *Modernist complexity on a small scale: The Dandanah glass building blocks of 1920 from an object-based research perspective*, Cuaderno 6, Preprint, Munich, Deutsches Museum, 2013; disponible en [http://www.deutsches-museum.de/fileadmin/Content/data/020_Dokumente/050_Preprint/Preprint_006_2013.pdf].



Figura 9. Los bloques de la caja de construcción "Dandana" son de vidrio coloreado. Fotografía del Deutsches Museum.

Como es poco sabido en Europa que los pueblos indígenas de América efectivamente también conocían la rueda, tenemos en exhibición réplicas de los jaguares prehispánicos que se conservan en el museo de antropología de Xalapa (Veracruz, México).

Otros objetos originales que nos pueden servir de documentación de la historia de la construcción se hallan en galerías de otras áreas científicas, como la topografía, que en el museo forma parte de las exposiciones de Física, o la informática, que abarca una muy rara y vasta colección de compases de todas clases, pantógrafos y muchos instrumentos de dibujo.

Las maquetas, réplicas y dioramas: testimonio e inspiración

¿Cuáles son los medios de presentación y documentación de la historia de la construcción? La primera y más impresionante, como hemos visto, es exhibir el mismo original, siempre y cuando sus dimensiones lo permitan. Pero si esto no es posible, la maqueta es un paso muy factible y atractivo de abstracción, ya que obliga al diseñador a pensar en una contracción a lo esencial, una síntesis de los procesos para poder describirlo y representarlo a una escala que permita la comprensión inmediata por parte del espectador. Los experimentos pueden

explicar adicionalmente los hechos estructurales básicos.

La planificación y la construcción de maquetas es, por ejemplo, una excelente aproximación científica a la historia de la construcción. En primer lugar, el comisario y el constructor tienen que examinar el propósito de la presentación: si es una demostración educativa para un público específico, una reconstrucción para la preservación histórica de un original perdido, si debe servir como promoción de la conservación de una construcción existente, para el examen de procesos históricos y mucho más. Luego se hace una gran diferencia si se desea mostrar un proceso constructivo o una construcción acabada.

En el primer caso el paso científico principal será la definición del mejor momento durante el periodo de construcción que mejor represente y explique a través de sus detalles el proceso completo. En el segundo caso —de la construcción terminada— la decisión se referirá más bien al momento histórico deseado del original (siempre sujeto a cambios, como todos los monumentos), el nivel de detalle de la maqueta y como consecuencia la escala adecuada. Después de esta decisión, en ambos casos, se deben investigar y consultar planes fiables del periodo de construcción u otra época deseada, fotografías, gráficos y la literatura de referencia. El equipo de trabajadores, los materiales y las máquinas presentes y empleadas en la obra tienen que ser investigados correctamente. Todas las extensiones y tamaños para la maqueta, sus colores y materiales han de ser seleccionados, armonizados y comprobados de acuerdo con el original. Todas estas actividades contribuyen a que la maqueta sea una verdadera contribución a la historia de la construcción, no sólo porque sirve para presentar el resultado a un público, sino también porque se requiere y se investiga la misma documentación completa tanto como para la construcción del original. Pocos mu-

seos y asociaciones públicas emprenden la tarea extenuante de reconstruir edificios históricos con herramientas auténticas, materiales y procedimientos como réplicas.

De esta manera, desde los primeros días del museo se producen maquetas de arquitectura y de ingeniería en los talleres del Deutsches Museum, y en muchas de las exposiciones relacionadas con la construcción se animan y hacen palpables los procesos de construcción. La tradición de construir maquetas y dioramas de alta calidad se debe a los “nacimientos” que los artesanos bávaros produjeron en las noches largas y oscuras del invierno para celebrar la fiesta de Noche Buena.

En la colección de maquetas del museo se encuentran las de puentes, así como un diorama importante. Tenemos tres tipos para demostrar los procesos de construcción. La obra del puente de Neuilly (1768-1774) tiene como base la publicación de Jean Rodophe Perronet (1708-1794) y se presenta en cuatro maquetas a escala 1:40 que representan: 1) las obras de cimentación; 2) la construcción de los pilares; 3) la de los arcos sobre cimbras, y 4) el acabado de la construcción. Una maqueta más actual en la misma escala de 1:40 muestra el momento de la construcción del puente de Normandía, en Francia (1988-1995), cuando el pilón (de 7 m de altura en la maqueta) está terminado y los trabajos para colocar el tablero han empezado. Otro tipo representa el diorama del puente de Münstertal (Alemania), que se construyó entre 1893 y 1897 con el arco de hierro más grande del país. Como es típico, en el diorama la escala varía para aumentar la percepción de profundidad y perspectiva. Tan sólo en este caso, y por razones de autenticidad del mismo puente, mantiene una escala de 1:100 en todo el diorama. La colección presenta, además, maquetas de estructuras ejemplares, como un entramado tipo Howe o una viga tipo Pauli. De la misma manera están presentes las obras hidráulicas y los



Figura 10. La casa “Kammerzell” es una de las más antiguas e importantes de Estrasburgo. Maqueta a escala 1:100, finales del siglo XX. Fotografía del Deutsches Museum.

túneles más importantes. En la colección de túneles destaca una réplica (a escala 1:1, como indica el nombre) con elementos del armazón originales de un momento en la construcción del túnel de Simplon en 1906.

El museo también dispone de una importante colección de maquetas de edificios¹⁹ que no fueron expuestos sino hasta después de la Segunda Guerra Mundial, y desde entonces reposan en los almacenes para ser rentados para exposiciones de otros

¹⁹ Dirk Bühler, “Models: Assembled Realities in Architecture and Engineering”, en Anne Collins Goodyear y Margaret A. Weitekamp (eds.), *Analyzing Art and Aesthetics, Artefacts*, vol. 9, Washington, Smithsonian Institution Scholarly Press, 2013, pp. 56-74.



Figura 11. Un esqueleto de postes y barras forma la estructura de una casa "Batak" de Sumatra (Indonesia). Maqueta sin escala, 1922. Fotografía del Deutsches Museum.

museos. Las maquetas corresponden a viviendas y palacios de todo el mundo, así como monumentos específicos. Hoy, muchos de ellos son declarados monumentos universales por la Unesco (figura 10). La diferencia entre estas maquetas y las de los museos de arquitectura y las de antropología radica en que éstas no enfocan la creación de espacios ni la vida cotidiana de los pueblos, sino las técnicas de construcción (figura 11). Una parte curiosa de esta colección refleja la construcción de baños públicos a través de la historia, con la idea de promover el uso de los establecimientos modernos que todavía a principios del siglo xix necesitaban mucha convicción para que la gente los usara. Una de las maquetas, de 1906, sirvió hace pocos años para la reconstrucción del edificio original donde se habían perdido los otros documentos.²⁰ Hoy en día muchas de estas maquetas representan y documen-

²⁰ Dirk Bühler, "Die Stadtschwimmhalle in Dessau-Ein historisches Modell als Dokument für die Denkmalpflege", en *Kultur & Technik*, núm. 1, Munich, 2005, pp. 34-38.

tan construcciones y edificios que ya no existen, de manera que constituyen un fondo documental inestimable.²¹

Las exposiciones: ciencia y entretenimiento

La reducción de los procesos complejos de construcción a un nivel comprensible (sin simplificación excesiva) destinado al público en general, o para un compendio "manual" para estudiantes de ingeniería, incluyendo material explicativo —como gráficos o multimedia—, es todo un reto para el comisario. Para la elaboración de un concepto en una exposición se requiere indispensablemente de una investigación científica acompañada por el comisario y su equipo de consejeros especializados. La exposición hace públicos y perceptibles los resultados del estudio de la historia de la construcción a través de la autenticidad de los objetos, las maquetas y de los gráficos y textos asociados. Presentar las exposiciones de forma entretenida para despertar la curiosidad del espectador y a la vez no dejar a un lado la profundidad de la información requerida para la investigación científica, es un principio fundamental del Deutsches Museum.

²¹ Otros trabajos de Dirk Bühler respecto a maquetas del Deutsches Museum y de otros museos europeos (no considerados en el texto): "Historical Models of Civil Engineering in Collections in Augsburg and Munich", en Brian Bowen, Donald Friedman, Thomas Leslie, John Ochsendorf (eds.), *Proceedings of the fifth International Congress on Construction History*, vol. 1, Chicago, junio de 2015, pp. 275-282; "El puente Q'eswachaca sobre el río Apurímac en Perú", en Santiago Huerta y Fabián López Ulloa (Hg.), *Actas del Octavo Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, Madrid, 9-12 de octubre de 2013, Instituto Herrera, pp. 123-132; "La ingeniería alemana de principios del siglo xx y su presencia en el Deutsches Museum en Munich", en Carlos Montero Pantoja y Silvina Mayer Medel (coords.), *Estudios de arquitectura y urbanismo del siglo xx*, Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla/Icomos Mexicano, Puebla, 2007, pp. 209-218; Dirk Bühler y Margherita Lasi (eds.), *Geliebte Technik der 1950er Jahre-Zeitzeugen aus unseren Depots*, Munich, Ausstellungskatalog, Deutsches Museum, 2010.



Figura 12. Vista de la exposición de puentes, con el puente peatonal original y transitable. Fotografía del Deutsches Museum.

Respecto a la ingeniería civil, el museo presenta sus famosas exposiciones de puentes e ingeniería hidráulica, inauguradas en 1998, además de la de túneles que data de 1962 y que fue actualizado en 1972 y 2000. Desafortunadamente estas exposiciones no están abiertas al público hasta que se terminen los trabajos de reforma general del museo. Cada una de estas exposiciones tiene un objeto original, central y sugestivo que indica, ya desde la entrada, el tema de la galería. El más espectacular de estos elementos es naturalmente el puente peatonal original de acero y vidrio que se extiende con 37 m de luz sobre toda la exposición (figura 12).

Aparte de los originales, las maquetas, dioramas y réplicas que se exhiben con textos, esquemas explicativos y presentaciones audiovisuales, los experimentos forman una piedra angular de cada exposición, de manera que el visitante puede experimentar el funcionamiento de esclusas y presas, los flujos de agua con los efectos causados por instalaciones hidráulicas (figura 13), pero también las funciones básicas de las estructuras de vigas, arcos y cables. De esta manera no sólo el público en general, sino también los estudiantes, y a veces hasta los profesionistas, comprenden más fácilmente lo que es el diseño estructural. Un atractivo extraordinario para arquitec-



Figura 13. En esta demostración se hacen visibles los flujos de agua y los efectos provocados por instalaciones hidráulicas en el cauce. Fotografía del Deutsches Museum.

tos e ingenieros civiles se encuentra en la galería de cerámica: la exposición de tejas y ladrillos que se complementa por una auténtica fábrica de miniladrillos. Aquí los visitantes pueden observar auténticamente todos los pasos de producción, desde el moldeado de la arcilla natural y el secado, hasta el horneado de los ladrillos que al final se pueden comprar (figura 14).

Aparte de sus exposiciones abiertas al público, las colecciones guardadas en los depósitos de los museos pueden representar, para los estudiantes e investigadores, un recurso inestimable para la investigación sobre la historia de la construcción.

Biblioteca y archivo: una base firme

Todo este acervo de objetos y exposiciones estaría incompleto sin la biblioteca del museo, especializada en libros de tecnología y de ciencias naturales. Esta biblioteca data del año de la fundación del museo y se salvó de las destrucciones de las guerras. De tal manera, cuenta hoy con un inventario de 1 000 000 de libros, revistas y periódicos, incluyendo muchos incunables en su colección *Libri rari*. En esta sección se conservan muchas primeras ediciones impresas de tratados de arquitectura, de enciclopedias y muchos tesoros más, pero sólo para dar un ejemplo, también prácticamente todos los

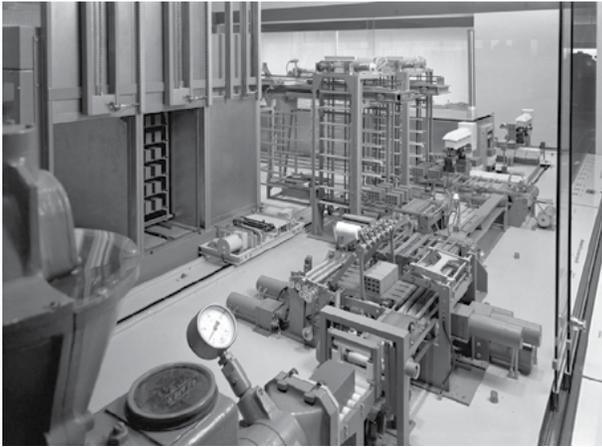


Figura 14. Vista de la fábrica de mini-ladrillos con su línea de producción que termina en el horno, al fondo. Fotografía del Deutsches Museum.

facsimiles de los manuscritos de Leonardo da Vinci. El libro sobre el ferrocarril mexicano, de Antonio García Cubas y Casimiro Castro, de 1877,²² nos llegó través de una donación.

El archivo del museo comprende nuestra colección de fotografías y pinturas, documentos que cuentan la historia del museo y una colección de herencias de científicos e ingenieros, así como publicaciones de empresas y un gran acervo de planos.

Todas estas posibilidades las aprovecha un sinnúmero de estudiantes y profesionistas para sus estudios y publicaciones.

Investigación, docencia y gremios: la comunidad científica

Además de sus instalaciones físicas, el Deutsches Museum forma parte de una amplia red de universidades, investigadores, científicos y estudiantes. Como cada uno de los ocho museos de investigación de la Leibniz-Gemeinschaft en Alemania, tiene la obligación de realizar investigaciones científicas propias. Junto con las tres universidades de Munich realizamos trabajos tanto de investigación como de enseñanza, como parte del “Centro Muniqués de His-

²² Antonio García Cubas y Casimiro Castro, *Álbum del Ferrocarril Mexicano*, México, Víctor Debray Editor, 1877.

toria de la Tecnología y las Ciencias” (MZWTG), que tiene su sede en el mismo museo. Estas actividades resultan en una serie de publicaciones, mayoritariamente emitidas a través de la editorial del mismo museo, pero también hay publicaciones en coedición con editoriales comerciales.

Una excelente oportunidad de reunir todas las actividades del museo ofreció un proyecto sobre el “Ferrocarril Mexicano” que se emprendió hace algunos años. Por lo regular, es la idea para una exposición que determina el tema de una investigación científica, pero en este caso no fue así, sino que aquí el mismo tema, surgido en un recorrido por las vías abandonadas del trayecto, dio inicio a la investigación: el estudio enfocó los puentes del ferrocarril mexicano que están en peligro de perderse para siempre si no hay una intervención conservadora. Después de la primera publicación²³ del tema la investigación se pudo ampliar y se fue convirtiendo en una pequeña campaña de promoción para la conservación de este patrimonio. El siguiente estudio, más a fondo, impulsó el plan para una pequeña exposición relacionada con el tema. Para lograr este objetivo había que encargar la fabricación de maquetas, que son indispensables para nuestras exposiciones. Luego de conseguir los fondos para esta empresa, de un donador desinteresado y generoso, se encargó la producción de dos maquetas de puentes a un artesano especializado bajo la supervisión de nuestros propios talleres. El diseño y la producción de las maquetas, a su vez, requirieron de una investigación minuciosa del tipo y método de construcción de los puentes originales, así como de la historia de su transformación a través de su vida útil (figuras 15 y 16). La exposición que se presentó entre octubre y diciembre de 2011 se diseñó en torno

²³ Dirk Bühler, “La construcción del ferrocarril mexicano (1837-1873). Arte e ingeniería”, en *Boletín de Monumentos Históricos*, tercera época, núm. 18, enero-abril de 2010, México, INAH, pp. 78-95.



Figura 15. Maqueta del puente de Metlac (VER); escala 1:200. Fotografía del Deutsches Museum.

a estas maquetas y se complementó con los originales de las dos publicaciones contemporáneas,²⁴ copias de los planos, fotos y algunos documentos originales. Esta muestra tuvo gran éxito, y las maquetas se integrarán a la exposición permanente de puentes del museo. Esta exposición fue acompañada por una publicación bilingüe.²⁵

De esta manera se ha podido cerrar un ciclo ideal: investigación-exposición-publicación, y si en un futuro se lograra la conservación de los puentes originales, el proyecto llegaría a su mejor destino.

Conclusión y perspectivas para el futuro

Por supuesto, el Deutsches Museum no es el único en coleccionar, exhibir y estudiar objetos relevantes para la historia de la construcción, pero tiene una de las colecciones más importantes y completas al respecto. La colección del Musée des Arts et Métiers, de París, es probablemente más pequeña, pero muy importante por la antigüedad de sus objetos y por sus muestras representativas para la ingeniería francesa. La Cité de l'architecture et du patrimoine, en el Palais de Chaillot en París (<http://www.citechaillot.fr/en>), muestra en la planta baja de su edificio una enorme colección de vaciados

²⁴ Antonio García Cubas y Casimiro Castro, *op. cit.*; Gustavo Baz y Eduardo Gallo, *Historia del ferrocarril mexicano: riqueza de México en la zona del Golfo a la Mesa Central bajo su aspecto geológico, agrícola, manufacturero y comercial. Estudios científicos, históricos y estadísticos por Gustavo Baz*, México, 1977; 3a. ed. facs. de la primigenia de 1874.

²⁵ Dirk Bühler, *Ferrocarril Mexicano: Die erste mexikanische Eisenbahn. Kurzführer zur Ausstellung im Deutschen Museum*, Munich, Deutsches Museum, 2011.



Figura 16. Maqueta del puente de Wimmer (VER); escala 1:200. Fotografía del Deutsches Museum.

como réplicas de la arquitectura histórica francesa, iniciada por el famoso arquitecto Viollet-le-Duc (1814-1879). En la planta alta del edificio se exhiben muestras de la arquitectura moderna. Este museo no exhibe sólo la arquitectura, sino también algunas técnicas constructivas relacionadas con los edificios expuestos, maquetas y experimentos básicos. El enfoque de las exposiciones del Deutsches Technikmuseum, en Berlín (<http://www.sdtb.de/English.122.0.html>), yace en la construcción del ferrocarril y, por tanto, la colección no es muy completa en cuanto a las construcciones relacionadas, como edificios o puentes. Muchos otros museos técnicos no recogen la historia de la construcción en absoluto. El Science Museum, originalmente

parte del Royal Victoria and Albert Museum, en Londres, por ejemplo (<http://www.sciencemuseum.org.uk>), no dispone de una colección de objetos relacionados con la construcción, excepto de algunos objetos que forman parte de la colección de materiales. Una pequeña colección de maquetas se encuentra en la galería de arquitectura del Victoria and Albert Museum (<http://www.vam.ac.uk/>). El Building Museum, en Washington, DC, presenta exposiciones de arquitectura e ingeniería, y organiza actividades educativas y científicas relacionadas con la historia de la construcción. El museo tiene una colección importante de objetos que enseñan procesos y técnicas de construcción. Además, la colección abarca alrededor de 75 000 fotografías, 68 000 grabados y dibujos de arquitectura, 30 m de documentos y 10 000 objetos, entre ellos muestras de material, fragmentos de edificios y juguetes relacionados con la construcción (<http://www.nbm.org>).

Materiales específicos de construcción se presentan en algunos museos, como los del cemento, que por lo general están ligados a fábricas históricas de cemento, o los museos que presentan la producción y el uso de ladrillos, que son generalmente relacionados con un museo de la arquitectura vernácula de la región y al aire libre. El más interesante de ellos es el museo en Bad Windsheim (Alemania), donde se fabrican ladrillos históricos sobre pedido, con los métodos tradicionales. Los ladrillos luego se emplean en la restauración de edificios históricos. Como resultado de esto, el museo funciona no sólo como una institución educativa, sino también como un establecimiento de apoyo para el estudio de la historia de la construcción y la restauración del patrimonio cultural, incluyendo la parte de ingeniería (<http://www.freilandmuseum.de/starteseite.html>).

Otra contribución importante a la historia de la construcción la proporcionan los muchos museos

de sitio construidos en la cercanía de monumentos históricos destacados en la ingeniería, como el que está cerca del primer puente de hierro en Coalbrookdale (Inglaterra) o el Museo del Puente de Brooklyn, en Nueva York. Otros museos más recientes son los que se construyeron al lado de los grandes puentes nuevos, como el Storebelt, en Dinamarca, o el puente Akashi-Kaikyo, en Japón, donde las construcciones se explican en detalle.

Un centro espectacular para el estudio y la presentación de técnicas históricas de la construcción existe en el centro de Puisaye, en Yonne (Borgoña, Francia), donde un equipo de casi 50 personas se ha propuesto realizar una obra extraordinaria: construyen un castillo usando las mismas técnicas y materiales de construcción que en la Edad Media. La madera, piedra, tierra, arena y arcilla, necesarios para la construcción del castillo, se recogen de una cantera abandonada. Observados por miles de espectadores, todos los artesanos asociados con la construcción del castillo colaboran en la gran obra. Los trabajos se iniciaron en 1997 y se estima que tarden 25 años para completar la tarea. Aparte del atractivo para el público en general el sitio es interesante para muchos especialistas: arqueólogos, historiadores, ingenieros y arquitectos, además de los artesanos (http://www.guedelon.fr/en/the-guedelon-adventure_01.html).

Como guía y orientación para visitar este tipo de museos existe el Building-museums-guide, de Tim Ostler, que es difícil de conseguir, mientras que los guías de viaje para visitar obras de ingeniería civil existen en algunas zonas de España, Alemania y Gran Bretaña.

Como conclusión, me gustaría hacer un llamado a todos los estudiantes, investigadores y profesores en el campo de la historia de la construcción para que hagan intensivo el uso de todo el material ofrecido generosamente por los museos —también en México— con más frecuencia. ¡Valdrá la pena!