

LA INDUSTRIALIZACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO EN LA ARQUITECTURA MODERNISTA

INDUSTRIALIZATION OF CONSTRUCTION PROCESS IN MODERNIST ARCHITECTURE

José María Fran Bretones, Francisco Cubel Arjona, Javier Benlloch Marco

J. M. Fran-Bretones, Dpto. de Construcciones Arquitectónicas, Universitat Politècnica de València, jfranbr@csa.upv.es

F. Cubel-Arjona, Dpto. de Construcciones Arquitectónicas, Universitat Politècnica de València, fracuar@csa.upv.es

J. Benlloch-Marco, Dpto. de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València, jabenllo@csa.upv.es

RESUMEN

Los nuevos procesos industriales, surgidos tras el desarrollo científico, han permitido una utilización diferente de materiales conocidos como el hierro, una generalización en el uso de otros como el vidrio, y el nacimiento de algunos nuevos como el hormigón. Las nuevas construcciones viarias, las infraestructuras y las dotaciones urbanas estimularán el progreso de los métodos tradicionales de construcción y el empleo de los nuevos materiales.

El objetivo de la presente investigación es analizar cuáles son las principales modificaciones introducidas por la Revolución Industrial en la actividad constructiva de los edificios modernistas. Así, se observará cómo los materiales tradicionales son trabajados de manera más racional y a ellos se unen nuevos materiales como la fundición, el vidrio y el hormigón; los progresos de la ciencia hace posible medir su resistencia; el desarrollo de la geometría permite representar en dibujo, de forma más rigurosa, todos los aspectos de la construcción; la fundación de escuelas especializadas provee a la sociedad de un gran número de profesionales preparados; la reproducción de imágenes facilita una rápida difusión de los adelantos.

Palabras clave: Construcción, industrialización, materiales, modernismo.

ABSTRACT

The new industrial processes, emerged after scientific development, have allowed a different use of known materials such as iron, a generalization in the use of other such as glass, and the birth of some new as concrete. New roads construction, infrastructure and urban facilities will stimulate the progress of traditional methods of construction and the use of new materials.

The aim of this research is to analyze what are the main changes introduced by the Industrial Revolution in the construction of modernist buildings. Thus, traditional materials are worked more rationally and new materials appear such as cast iron, glass and concrete; the progress of science makes possible to measure their strength; the development of geometry allows to represent rigorously in drawing all aspects of construction; the establishment of specialized schools provides a large number of trained professionals to society; images reproduction enables a quickspread of advances.

Keywords: Construction, industrialization, materials, modernism.

1. INTRODUCCIÓN.

Uno de los factores fundamentales que permitieron la gran expansión de la actividad económica en Europa, durante el último cuarto del siglo XIX y el primero del siglo XX, fue la relación establecida entre ciencia y técnica; unas veces será la ciencia la que provoque el nacimiento de una actividad industrial; otras, serán los problemas planteados por el desarrollo in-

dustrial los que conduzcan a descubrimientos científicos.

Al mismo tiempo, la ciencia abandona su academicismo y su restringida difusión para pasar a manos de un grupo más nutrido de especialistas: los técnicos. Este proceso, que está en la base de la Revolución Industrial, afecta a todos los sectores económicos, si bien es cierto que de modo más limitado al de la construcción.



Figura 1. Puente Clifton sobre el río Avon, en Bristol, de Isambard Kingdom Brunel, 1864. Disponible en <http://www.ocholeguas.com/2012/11/21/europa/1353502090.html> (Portal de viajes de ELMUNDO.es)

En este campo concreto, los materiales tradicionales -piedra, ladrillo, madera- son trabajados de modo más racional y a ellos se unen nuevos materiales como el hierro, fundido o laminado, el vidrio flotado y el hormigón. Son los progresos de la ciencia los que permiten medir su resistencia y, por tanto, dimensionarlos ajustadamente; el desarrollo de la geometría descriptiva hace posible una representación gráfica rigurosa de todos los procesos de la construcción; la fundación de escuelas especializadas provee a la sociedad de un gran número de profesionales preparados y, por último, la imprenta y los nuevos métodos de reproducción rápida de imágenes posibilitan una rápida difusión de todos los adelantos (Fran-Bretones, 1990).

Por otro lado, el desarrollo económico y los profundos cambios sociales acaecidos en este periodo aumentan las necesidades de nuevas construcciones y, por tanto, las cantidades puestas en juego. El aumento de la población y las migraciones exigen la edificación de nuevas viviendas; el crecimiento de las ciudades requiere infraestructuras cada vez más amplias y capaces, edificios públicos mayores y de tipología siempre nueva; la industria necesita fábricas, almacenes, depósitos y puertos.

Es precisamente este contexto científico, técnico, económico y social el que hace posible, a principios del siglo XX, el comienzo de la industrialización de los procesos constructivos empleados en la arquitectura del modernismo y de otros estilos contemporáneos.

2. LOS PROGRESOS CIENTÍFICOS Y LOS AVANCES EN EL CÁLCULO ESTRUCTURAL.

En palabras de Leonardo Benevolo (Benevolo, 1999), *la ciencia de la construcción, tal y como la entendemos hoy en día, estudia algunas consecuencias particulares de las leyes de la mecánica y nace, podemos decir, cuando se formulan por primera vez dichas leyes, en el siglo XVII. En efecto, entre finales del siglo XVII y el primer tercio del XIX, estudiosos y científicos llegan a conclusiones y resultados que sentarán las bases generadoras del cálculo estructural.*

2.1. El cálculo estructural.

En 1632, los problemas de la estabilidad son tratados por Galileo en su obra *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo Tolemaico e Copernicano* (Galilei Linceo, 2011); en 1679, Hooke formula la ley de proporcionalidad entre tensiones y deformaciones que lleva su nombre; en 1684, Wilheem von Leibniz introduce el concepto de esfuerzo aplicando el cálculo integral al conjunto de fuerzas unitarias que, en una sección recta, se derivan de la distribución lineal de alargamientos (Derry & Williams, 2002).

Una vez iniciado el siglo XVIII, Daniel Bernoulli y Leonhard Euler estudian el problema de la tensión debida a la flexión y establecen las ecuaciones diferenciales de la elástica al introducir el factor de proporcionalidad EI entre el momento flector y la curvatura.

Del racionalismo francés destacan las figuras de Antoine Parent (1666-1716) y Charles Agustín Coulomb (1736-1806); en 1713, Parent establece el modelo de comportamiento



Figura 2. Voladizos resueltos con perfiles de acero laminado. José Camaña, de 1907. Calle de la Paz 17, en Valencia. Fuente propia de los autores.

de la sección recta de la viga flectada, situando la fibra neutra en el centro de gravedad de la sección; en 1776, la Academia francesa publica los ensayos de Coulomb, tanto sobre los esfuerzos de flexión y cortadura, como sobre la torsión y los empujes de tierras, con los que establece la ecuación general para la determinación del eje neutro. Prácticamente contemporánea es la introducción del concepto de coeficiente de seguridad; surge a tenor de unos debates organizados en París con la intención de asignar a cada elemento una función estática y las mínimas dimensiones compatibles con tal función (Sánchez Pro, 1982).

Ya iniciado el siglo XIX, Navier (1785-1836), considerado el fundador de la moderna ciencia de la construcción, Cauchy (1789-1857) y otros brillantes profesores -Poisson, Poncelet, Coriolis- de l'Ecole Polytechnique enunciaron, en 1824, la teoría definitiva de la flexión, en cuya formulación se introduce el concepto de *rotura real*; esta contribución permitió obtener, para piezas longitudinales de sección definida como vigas y pilares, fórmulas relativamente sencillas con las que establecer la

carga límite para la que el material mantiene todavía un comportamiento elástico, dando lugar a la Resistencia de los Materiales (Kranzberg & Pursell, 1988).

Sin embargo, las experiencias realizadas y el cuerpo teórico acumulado, a pesar de la claridad de sus planteamientos, pasaron totalmente inadvertidos para arquitectos y constructores hasta finales del siglo XIX y principios del XX cuando, su incorporación al dimensionamiento de las estructuras proyectadas propició el avance tecnológico que caracteriza a la arquitectura del periodo modernista (Fran-Bretones, 1990). No ocurre lo mismo con los pragmáticos ingenieros, fundamentalmente ingleses y norteamericanos, que aplican inmediatamente los conocimientos referidos y alcanzan grandes éxitos en la construcción de puentes de grandes luces [Figura 1].

2.2. Los nuevos instrumentos para proyectar.

La investigación científica no afecta de modo exclusivo a las técnicas de construcción, también es causa de modificación de los ins-



Figura 3. Estructura metálica del mercado de Colón, de Francisco Mora, en 1913, Valencia. Fuente propia de los autores.

trumentos de que dispone el técnico para proyectar. Serán dos las innovaciones introducidas desde Francia: la invención de la Geometría Descriptiva y la introducción del Sistema Métrico Decimal.

Las reglas de la Geometría Descriptiva son formuladas por Gaspard Monge (1746-1818) en 1799. Generalizando los métodos introducidos por los tratadistas del renacimiento, Monge expone varios sistemas de representación de un objeto tridimensional en las dos dimensiones de una lámina. Los arquitectos disponen, por consiguiente, de un procedimiento universal para presentar gráficamente, de un modo riguroso y unívoco, todos los aspectos de la construcción, y los constructores tienen un sistema para interpretar únicamente la representación gráfica de los trabajos a ellos confiados.

En cuanto a la introducción del Sistema Métrico Decimal, atiende al empeño de la Revolución Francesa de cambiar todas las instituciones del Antiguo Régimen por otras nuevas que sigan modelos racionales. La adopción de un sistema unificado facilita la difusión de los conocimientos, los

intercambios comerciales, la uniformidad y exactitud de los procesos industriales y procura a las técnicas de construcción un instrumento generalizado, cuya precisión puede llegar hasta donde sea preciso, de acuerdo con las exigencias cada vez más rigurosas de los nuevos procedimientos de proyecto y puesta en obra. Bélgica y Holanda lo adoptaron en 1820, los países sudamericanos a raíz de su independencia, Francia en 1840 y España lo establece definitivamente en 1880.

Sin embargo se le achacará el defecto de fundamentarse en un patrón convencional -el metro-, y de no hacer referencia a las proporciones humanas, mientras que éstas eran el origen de las medidas antiguas -pies, codos, brazas, palmos, etc.-, lo cual, según Le Corbusier, *introduce una cierta desintegración en la arquitectura* (Boesiger, Stonorov, & Bill, 1995).

2.3. La enseñanza de los nuevos conocimientos.

También, en la estructuración docente de la nueva arquitectura, será a Francia a quien corresponda el papel de vanguardia de los cambios. La enseñanza de la arquitectura es-

taba confiada, desde 1671 y durante todo el Antiguo Régimen, a las Academias de Arquitectura, que disfrutaron de gran prestigio y se preocuparon por inculcar la tradición clásica en sus discípulos.

El desarrollo de la artillería influyó en la reorganización de los ejércitos, de modo que, las vías de comunicación y las construcciones militares, cada vez más complejas, se convirtieron en infraestructuras estratégicas; en consecuencia, los principales Estados europeos se vieron en la necesidad de formar un personal técnico especializado, que la tradición humanística de las Academias de Arquitectura no facilitaba. Así, a partir de 1720, se crean las escuelas de ingenieros de armamento y construcción, incorporadas a las Academias Militares. En 1747, Francia funda la Ecole National de Ponts et Chaussées, cuya enseñanza se fundamentará sobre una rigurosa base científica, transfiriendo a sus titulados las atribuciones en materia de comunicaciones de los ingenieros militares.

Es en esta época cuando, por primera vez, se establece la dualidad ingeniero/arquitecto; *en un principio, el brillo de las Academias hace sombra a las prosaicas escuelas de ingenieros, que parecen destinados a ocuparse de temas secundarios; sin embargo, con el tiempo, el progreso de la ciencia amplía el campo de atribuciones de los ingenieros y restringe el de los arquitectos.*

Como consecuencia de la Revolución Francesa cambia toda la organización docente y la estructura universitaria del país y, en 1794, se funda l'Ecole Polytechnique de la que Gaspard Monge es su primer director. La escuela acoge a un número limitado de jóvenes, después de haber superado un severo examen y de haber demostrado su inclinación hacia los principios republicanos; estudian en común durante un bienio y luego pasan a las escuelas de especialización: la Ecole des Ponts et Chaussées de París, la Ecole d'Application d'Artillerie et de Génie Militaire de Metz, la Ecole des Mines de París y la Ecole du Génie Maritime de Brest (Benevolo, 1999). El ejemplo francés es seguido por otros muchos países, incluido los Estados Unidos que crea, por esas mismas fechas, la Academia Militar de West Point.

El proceso seguido en España, por desgracia, fue muy diferente (Menéndez Pelayo, 1954). La Academia de Nobles Artes de San Fernando, fundada en 1757, expedía el título oficial de técnico en construcción, que equivalía a lo que en el resto de Europa se entendía como arquitecto, aunque la formación científica y los conocimientos técnicos de sus egresados distaban mucho de ser los necesarios para acometer la construcción de todas las infraestructuras para las que legalmente estaban facultados. El informe emitido, en 1803, por el ingeniero militar e inspector general de caminos Agustín de Betancourt (1758-1824) es bastante esclarecedor:

Sólo en la ocho leguas comprendidas entre Barcelona y Villafranca del Penedés se gastaron 27 millones de reales, cantidad más que suficiente para terminar la carretera hasta Valencia ... la vana ostentación era el móvil que guiaba a los directores de semejantes obras ... No ha habido en España dónde aprender, no sólo cómo se clava una estaca para fundar un puente, ni tampoco cómo se construye un muro. En la Academia de San Fernando de Madrid y en la demás que se titulan de Bellas Artes no se enseña más que el ornato de la arquitectura, dándole a los alumnos la patente para dirigir toda clase de obras de edificios, puentes, caminos y canales.

En 1802, se convierte en el primer director de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, sin embargo, su obra será efímera al ser abolida con la llegada de Fernando VII, al igual que la de otros afrancesados liberales que, como Jovellanos, tuvieron que salir de España. Se tuvo que esperar hasta 1835 para ver la creación de un nuevo cuerpo de Ingenieros Civiles, dividido en dos Inspecciones, una de Caminos, Canales y Puertos, y otra de Minas, abriéndose las escuelas correspondientes.

En 1857, independiente de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, se funda la Escuela de Arquitectura de Madrid, cuyo plan de estudios mantuvo la enseñanza del dibujo, los proyectos y las matemáticas, al tiempo que introducía otras materias científicas y prácticas, adquiriendo así la carrera de arquitecto un carácter técnico que ha perdurado.

3. LA INTRODUCCIÓN DE LOS NUEVOS MATERIALES.

Como se ha argumentado hasta el momento, la creación de un cuerpo doctrinal teórico-práctico de cálculo estructural y la formación de unos nuevos profesionales para su manejo son dos modificaciones que la Revolución Industrial, a lo largo de todo el siglo XIX, introdujo en el ejercicio tradicional de la arquitectura, pero no son las únicas. Los nuevos procesos industriales, surgidos tras el desarrollo científico, permitieron una utilización diferente de materiales conocidos como el hierro, una generalización en el uso de otros como el vidrio, y el nacimiento de algunos nuevos como el hormigón.

3.1. El hierro.

El conocimiento y la utilización con fines prácticos del hierro se remonta, como es sabido, a tiempo inmemoriales, aunque su aplicación en arquitectura fue muy escasa hasta su producción industrializada durante el siglo XIX. En efecto, dotado de una escasa durabilidad expuesto a la intemperie, sin ocupar ningún lugar en la tradición de la arquitectura clásica y sobre todo, muy difícil de producir en cantidad considerable y a precio razonable, el hierro estuvo casi totalmente al margen de la historia de los metales usados en la arquitectura (Benevolo, 1999).

Tradicionalmente, los minerales de hierro se fundían con carbón vegetal; luego se refundía el producto y se colocaba en los moldes, para obtener el hierro de fundición, o se forjaba para tener el hierro dulce. Las bajas resistencias y la escasa cantidad obtenida de producto sólo permitían utilizarlo en funciones accesorias como cerrajerías, tirantes, cadenas, grapas entre sillares, etc., y siempre escondido bajo envolturas académicas.

Cuando los avances en la química, la física y la resistencia de los materiales hacen posible mejorar sus características mecánicas, y cuando la tecnología industrial de los altos hornos consigue su aleación con el carbón en cantidades lo suficientemente pequeñas para dar origen al acero, su producción a gran escala, su versatilidad y su maleabilidad lo convertirán en un material prácticamente nuevo,

que será el símbolo de la era industrial.

Los ingenieros, totalmente desprejuiciados de referentes estéticos, serán los primeros en aprovechar las aplicaciones técnicas del hierro (Fran-Bretones, 1990). Así, entre 1777 y 1779, John Wilkinson (1728-1808) construye el puente de Coalbrookdale sobre el río Severn, el primero con este material; se trata de un arco de medio punto, 31 metros de luz y 378 toneladas de peso, formado por la unión de dos semiarcos de una sola pieza.

A partir de este instante, se inicia una frenética carrera por cubrir luces mayores con elementos más esbeltos. En esta dirección, en 1796, Rowland Burdon construye el puente de Sunderland sobre el río Wear, con un único arco y la considerable luz de 72 metros. En el mismo año, Thomas Telford construye un segundo puente sobre el Severn, con una longitud de 40 metros y un peso de 173 toneladas.

Aunque se continúa trabajando con piezas de fundición, comienza a tomar cuerpo la idea de que para cubrir grandes luces, los puentes colgados de cadenas de hierro tienen un mejor comportamiento frente a las acciones dinámicas (Benevolo, 1999). De entre los de este tipo, el referente comúnmente aceptado es el puente Clifton que Isambard Kingdom Brunel construye en Bristol, sobre el río Avon, en 1864, de 214 metros de longitud [Figura 1].

Puentes aparte, la Torre Eiffel, que fue erigida como pieza simbólica de la Exposición Universal de París de 1889, es el primer monumento conmemorativo con estructura metálica pura y esta característica es la que le otorga su singular importancia; en efecto, hasta el momento, el hierro se reservaba para construcciones en las que la función lo era todo. Sin embargo, Eiffel explora su vertiente estética explotando todas las posibilidades constructivas del hierro, al dar una forma polémica, radical y espectacular a lo que hasta entonces sólo se toleraba tapado (Calvo Serraller, 1982), y estableciendo un nexo entre la ingeniería y la arquitectura.

En España, pese a que el siglo XIX comienza con la Guerra de la Independencia y el desarrollo industrial era muy débil, sí existía una industria del hierro que, con todas las limita-



Figura 4. Cúpula de hierro y vidrio del edificio de Correos, de 1914, en Valencia. Fuente propia de los autores.

ciones que se consideren, permitió la realización de construcciones de los mismos tipos y modelos habituales en el resto de Europa.

En las grandes ciudades españolas, ya a finales del siglo XIX, pero principalmente a comienzos del XX, durante el periodo del modernismo, proliferan las galerías comerciales cubiertas, los mercados, las estaciones de ferrocarril y otras edificaciones en las que el hierro hacía posible cubrir grandes espacios con estructuras relativamente ligeras. Entre los arquitectos se generaliza el uso de columnas y vigas de fundición para la construcción de la estructura de muchos edificios, incluso los de viviendas (Simó Terol, 1973).

En la ciudad de Valencia se incorporan todas estas innovaciones en fases muy tempranas. Así, en 1841, se utilizan columnas de fundición en el patio interior del edificio de la Beneficencia; son columnas de orden Jónico muy simplificado y sostienen, todavía, gruesas vigas de madera.

Unas de las primeras muestras de la aplicación del acero en la ciudad son los arcos que sostienen las cubiertas del Salón de Racionistas, construido por Joaquín M. Arnau en 1885. Sin embargo, como perfil laminado, se introdujo en 1907, en las vigas de la casa que el arquitecto José Camaña construyó en el número 17 de la calle de la Paz [Figura 2].

La innovación y el progreso que representaba el acero se manifiesta abiertamente en las edificaciones modernistas de carácter público como la bóveda de la Estación de Ferrocarriles del Norte, de 1909, el Mercado de Colón [Figura 3], de 1913, o el Mercado Central, de 1914. No obstante, su uso generalizado en la construcción no se producirá hasta la segunda década de siglo XX (Benito Goerlich, 1992).

3.2. El vidrio.

La industria del vidrio hace importantes progresos técnicos en la segunda mitad del siglo XVIII, en 1806 ya está capacitada para producir hojas de hasta 2,50 x 1,70 metros a precios competitivos y, a finales de siglo, se empieza a experimentar el uso del vidrio asociado a las estructuras de acero (Derry & Williams, 2002) para conseguir soluciones ambiciosas como los grandes acristalamientos de fachada y las cubiertas translúcidas de los edificios públicos más emblemáticos [Figura 4].

Si bien el Palacio de Cristal (1851), de Joseph Paxton, es el referente arquitectónico con el que se inaugura esta tecnología constructiva, serán los edificios de viviendas de la burguesía del modernismo los que se beneficiarán de las mejoras que conlleva (Fran-Bre-



Figura 5. Mirador del edificio Chapa en G.V. Marqués del Turia 65, de Carlos Carbonell, en 1916, Valencia (izda.). Ático con fachada de hierro y vidrio en Cirilo Amorós 66, de Francisco Almenar, en 1915, Valencia (centro). Marquesina sobre mirador en Pérez Pujol 2, de Luis Ferreres, en 1910, Valencia (dcha.). Fuente propia de los autores.

tones, 1990): los lucernarios y las claraboyas resolverán el tradicional problema de la iluminación de la caja de escalera, de manera que ésta ya no necesita ocupar la crujía de fachada; los grandes ventanales y los miradores aumentarán y controlarán la iluminación del espacio interior, del mismo modo que las marquesinas proveerán protección e incorporarán la ornamentación [Figura 5].

3.3. El hormigón.

El hormigón es, en realidad, el único de los tres materiales aquí considerados que nace como consecuencia de la Revolución Industrial. En 1824, el inglés José Aspdin descubre el cemento artificial pero, es hacia 1845, cuando comienza a producirse de modo industrial, poniendo en el mercado grandes cantidades a precios realmente bajos.

De la misma época datan los primeros intentos de asociarlo al hierro para dotarlo de la resistencia a tracción de la que carece. En 1847, Françoise Coiquet proyecta la primera cubierta con cemento fraguado en encofrados y armado con perfiles de hierro; en 1849, Joseph Monier construye las primeras jardineras, armadas con tela metálica.

La investigación sobre sus posibilidades mecánicas se realiza tanto en el campo

teórico como sobre la práctica. En 1880, Françoise Hennebique estudia los forjados de hormigón con redondos de hierro y en 1888 construye el primero. En 1891, E. Coignet realiza el primer forjado con vigas prefabricadas para el casino de Biarritz (Burgos Núñez, 2009).

Con la llegada del siglo XX se construyen estructuras enteramente de hormigón armado, aunque siempre se mantienen ocultas tras una fachada de otro material considerado *más noble*. Sin embargo, en 1903, August Perret aniquila esta actitud al construir el primer edificio donde el hormigón armado es visto desde el exterior: se trata del edificio de viviendas en el número 25 bis de la Rue Franklin, en París (Benevolo, 1999). Desde entonces, la construcción de todo tipo de edificios con este material se generaliza en todo el continente [Figura 6].

Ayudó muchísimo a este hecho el que, en 1906, en Francia se publicara el primer reglamento oficial para la ejecución y utilización del hormigón armado. La aparición de los reglamentos permite una gran difusión de los procedimientos técnicos al garantizar un adecuado comportamiento mecánico y resistente del material.

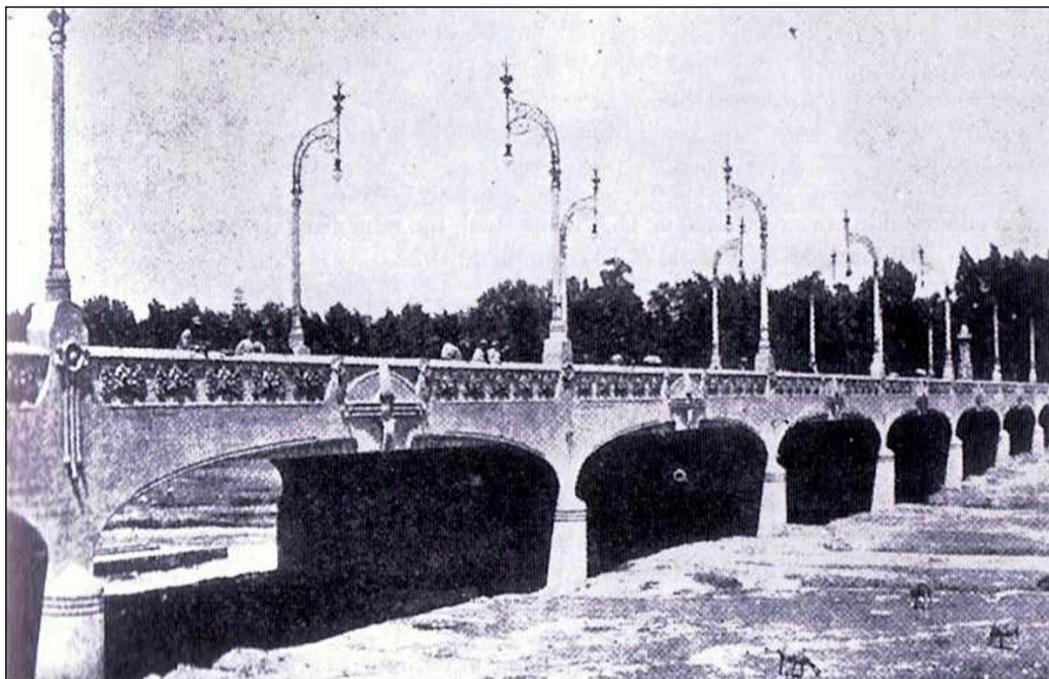


Figura 6. Pasarela de la Exposición de Valencia, de 1909. Primera construcción de hormigón armado en la ciudad. José Aubán, ingeniero, y Demetrio Ribes, arquitecto. (Solaz Albert, 2009)

4. CONCLUSIONES.

Los avances científicos, técnicos, sociales y económicos que se habían alcanzado a lo largo del siglo XIX interaccionan durante las dos primeras décadas del siglo XX, iniciando un largo periodo de industrialización de los procesos constructivos que caracterizará a la arquitectura modernista y a la de otros lenguajes contemporáneos.

Como consecuencia, los materiales tradicionales -piedra, ladrillo, madera- son trabajados de modo más racional y a ellos se unen nuevos materiales como el hierro, fundido o laminado, el vidrio flotado y el hormigón, de los que es posible medir su resistencia y, por tanto, dimensionarlos ajustadamente.

Con el desarrollo de la geometría descriptiva los arquitectos disponen de un procedimiento universal para presentar gráficamente, de forma rigurosa y unívoca, todos los aspectos de la construcción, al tiempo que los constructores cuentan con un código para interpretar la representación gráfica de los trabajos a ellos confiados. La adopción del sistema métrico decimal procura precisión a las técnicas de construcción, de acuerdo con los nuevos documentos de proyecto y sistemas de puesta en obra. La fundación de escuelas especializadas provee a la sociedad de un gran número de profesionales

preparados y la reproducción de imágenes facilita una rápida difusión de todos los adelantos.

Por otro lado, el aumento de la población y las migraciones exigen la edificación de nuevas viviendas lo que, a su vez, provoca el crecimiento de las ciudades y la necesidad de infraestructuras cada vez más capaces y de edificios públicos amplios y representativos.

En consecuencia, durante el periodo del modernismo, en las ciudades europeas proliferan las galerías comerciales cubiertas, los mercados, las estaciones de ferrocarril y otras edificaciones que incorporan todos los avances descritos, sin embargo, son los edificios de viviendas de la burguesía los que experimentan los cambios tipológicos, tecnológicos y arquitectónicos más relevantes: la cimentación y la estructura se dimensionan ajustadamente; las instalaciones se incorporan con normalidad; los lucernarios y las claraboyas resuelven el tradicional problema de la iluminación de la caja de escalera, de manera que ésta ya no necesita ocupar la crujía de fachada; los grandes ventanales y los miradores aumentan y controlan la iluminación del espacio interior, y las marquesinas facilitan protección al tiempo que introducen la ornamentación.

BIBLIOGRAFÍA

- Benevolo, L. (1999). *Historia de la arquitectura moderna* (8ª ed.). Barcelona. Gustavo Gili.
- Benito Goerlich, D. (1992). *La arquitectura del eclecticismo en Valencia. Vertientes de la arquitectura valenciana entre 1875 y 1925*. Valencia. Ayuntamiento de Valencia.
- Boesiger, W., Stonorov, Ó., & Bill, M. (1995). *Le Corbusier. Oeuvre complète en 8 volumes*. Birkhäuser.
- Burgos Núñez, A. (2009). *Los orígenes del hormigón armado en España*. (C. J. CEHOPU, Ed.) Madrid. Centro de publicaciones del Ministerio de Fomento.
- Calvo Serraller, F. (1982). La arquitectura del hierro: símbolo de la cultura industrial. *C.A.U. Construcción. Arquitectura. Urbanismo*.(62).
- Derry, T. K., & Williams, T. I. (2002). *Historia de la tecnología. Desde la Antigüedad hasta 1950*. Madrid. Siglo XXI.
- Fran-Bretones, J. M. (1990). *Técnicas de rehabilitación. Soluciones específicas a las lesiones existentes en los inmuebles del ensanche de Valencia de 1887*. Valencia.
- Galilei Linceo, G. (2011). *Diálogo sobre los dos máximos sistemas del mundo ptolemaico y copernicano*. (A. Beltrán, Trad.) Madrid. Alianza Editorial.
- Kranzberg, M., & Pursell, C. W. (1988). *Historia de la tecnología. La técnica en occidente de la Prehistoria a 1900*. (E. Rimbau i Saurí, Trad.) Barcelona. Gustavo Gili.
- Menéndez Pelayo, M. (1954). *La ciencia española*. Santander. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Sánchez Pro, J. L. (1982). La génesis científica del cálculo de estructuras. *C.A.U. Construcción. Arquitectura. Urbanismo*.(59, 60 y 61).
- Simó Terol, T. (1973). *La arquitectura de la renovación urbana en Valencia*. Valencia. Albatros Ediciones.
- Solaz Albert, R. (2009). *La exposición regional valenciana de 1909*. Valencia. Oficina de publicaciones del Ayuntamiento de Valencia.