

LA ENSEÑANZA DE LA HISTORIA DE LAS ESTRUCTURAS Y LA CONSTRUCCIÓN

Sandro Maino Ansaldo

Departamento de Arquitectura, Universidad Técnica Federico Santa María
sandro.maino@usm.cl

La enseñanza de la Historia de la Construcción en las escuelas de arquitectura latinoamericanas es un disciplinacasi inexplorada en la actualidad. En esta ponencia expondremos los avances respecto de la implementación en la Carrera de Arquitectura de la Universidad Técnica Federico Santa María (Valparaíso, Chile) de la asignatura obligatoria del segundo semestre de tercer año de la malla actualizada (2011), *Historia de las Estructuras y la Construcción*. El objetivo principal de esta asignatura, junto a las otras tres que componen el eje formativo (Teoría e Historia de la Ciudad, Teoría e Historia de la Arquitectura Vernácula, Teoría e Historia de la Representación en Arquitectura) es posicionar a la historia en una dimensión operativa para el proyecto, de manera tal de estimular la creatividad y la innovación en los ejercicios desarrollados en los Talleres de Arquitectura.

Palabras claves: malla curricular, programa asignatura, historia de la cultura, genealogía en arquitectura, historia temática

TEACHING HISTORY OF STRUCTURES AND CONSTRUCTION

Teaching the History of Construction in Latin American schools of architecture is currently a quasi-unexplored discipline. In this paper we will present the progress on the implementation of the core subject called History of Structures and Construction in the second semester of the third year of the updated plan of study (2011) of the architecture course at the Universidad Tecnica Federico Santa Maria (Valparaiso, Chile). The main goal of this subject accompanying other three which together make up the core subject area (Theory & History of the City, Theory & History of Vernacular Architecture, and Theory & History of Representation in Architecture) is to place history in an operational dimension for the sake of the project, so as to stimulate creativity and innovation in architectural design assignments.

Keywords: plan of study, course syllabus, culture history, architectural genealogy, thematic history

“Architekturist Construction”

Karl Friederich Schinkel, 1781-1841

“Architecture: art de bâtir”

Eugene Emanuele Viollet-le-Duc

La Historia de la Construcción se ha constituido como una disciplina independiente en los últimos 20 años, conectando los problemas del diseño con la dimensión estética de la arquitectura; los conocimientos geométricos y mecánicos; los sociales y culturales con los económicos; sin perder de vista que la historia de la construcción se preocupa exclusivamente de los objetos físicos.

Ontológicamente la construcción está enraizada en la arquitectura de manera tal que es impensable la segunda sin la primera. Pese a esta mutua dependencia algunos historiadores han realizado esfuerzos por mostrar y demostrar a la construcción como una actividad de segundo orden dentro de la arquitectura. Precisamente la Historia, una disciplina cuya actividad interpretativa consiste en construir y reconstruir infinitamente nuestro pasado tal como afirma Lucien Febvre: *“El hombre no se acuerda del pasado; siempre lo reconstruye. [...] No conserva en su memoria el pasado de la misma forma en que los hielos del Norte conservan congelados los mamuts milenarios. Arranca del presente y a través de él, siempre, conoce e interpreta el pasado.”*

La historia de la construcción es el estudio cronológico de las técnicas aplicadas a la construcción de obras de arquitectura e ingeniería civil, una disciplina en la cual se concatenan dos campos: la historia y la construcción. La segunda define el campo, construir: «hacer una cosa juntando los elementos necesarios»; pero antes de una construcción debe haber un proyecto, es decir, una «idea de algo que se quiere hacer y de cómo hacerlo». La construcción es el cómo hacerlo. Este es el centro de nuestra disciplina, desplazando el interés epistemológico desde la forma arquitectónica hacia la construcción y la ingeniería, hacia la historia social de la arquitectura y la ciudad; la investigación de la historia del edificio es al mismo tiempo a través del tiempo e interdisciplinaria.

Varias disciplinas participan del estudio de la actividad constructiva. La construcción está trabada con: la estructura social, la sociología, la historia económica, la antropología, etc. El historiador de la arquitectura se preocupa más por las ideas del proyecto y cómo se plasman en formas, de los estilos y sus transformaciones. El arqueólogo reúne minuciosamente los datos que después podrán ser interpretados en un contexto más amplio. El ingeniero resuelve problemas mediante su descomposición, utilizando a la ciencia como fundamento. Por supuesto, muchas otras disciplinas participan del estudio de la actividad constructiva. La construcción está de tal manera trabada con la estructura social que es imposible separarla de ésta sin mutilarla; la sociología, la historia económica, la antropología, etc., aportan datos que pueden, en su caso, ser claves. Pero el núcleo es la técnica, el arte de construir, y su desarrollo a lo largo de la historia.

Ahora expondremos dos errores comunes respecto de la Historia de la Construcción.

El primero es creer que el estudio de la historia de la construcción tiene como único y exclusivo fin el aportar con sus conocimientos como una herramienta para la restauración y rehabilitación de edificios históricos. Esta función utilitaria que se le puede asignar y con la cual si cumple no completa el sentido de ella.

El segundo error es considerar cualquier historia de una actividad relacionada con la construcción como una Historia de la Construcción. Las historias particulares siempre anteceden a la historia general. Huerta explica esta característica utilizando como comparación la Historia de la Ciencia, *antes de empezar a crearse la Historia de la Ciencia, se habían publicado libros de historia de la Química, de la Física, de las Matemáticas, etc.* Pero la Historia de las Ciencias no es la sumatoria de estas historias parciales, una conclusión descrita con claridad por el historiador de las ciencias George Sarton, a mediados del siglo pasado

“The history of science is much more than the juxtaposition of all the histories of the special sciences, for its main purpose is to explain the interrelation of all the sciences, their cooperative efforts, and their common aims and methods. The division of science into sciences is to a large extent artificial and apparent only in concrete cases.”

Huerta realiza la traducción desde la Historia de las Ciencias a la Historia de la Construcción:

“La simple suma de los conocimientos aportados sobre la historia de la carpintería, de la estereotomía, del dibujo y la traza, de la geometría práctica, de los medios de elevación, etc., no conduce a la comprensión del complejo procedimiento de proyectar y construir una simple bóveda. La función principal de la Historia de la Construcción es, precisamente, exponer la relación entre todas esas actividades.”

La relación entre historia de la construcción y cultura

¿Qué puede enseñarnos la historia de la construcción acerca de una sociedad que eligió un sistema de bóvedas? ¿Qué representaciones y prácticas colectivas hacen esto posible? Para Viollet-le-Duc la relación entre la arquitectura medieval y la sociedad es indisoluble. El gótico es mucho más que un sistema estructural; es un modo de razonar. Para él, las bóvedas son un directo efecto de los costos de los materiales y los trabajos que caracterizan la vida urbana. En cuanto a los arcos, una estandarización de los cortes de piedra tradujo en una reducción de los costos. Pese a considerar la arquitectura gótica como un modelo eterno, Viollet-le-Duc abogó en el siglo XIX por una traducción de las formas de piedra al hierro que no fuera directa. Esto queda claro con sus proposiciones de uso del hierro fundido en sus *Entretiens sur l'architecture* (1863)¹.

Algo similar ocurre con el conocido caso de los cascarones de hormigón armado construidos por Félix Candela (1910-1997), los cuales seguramente no habrían llegado a un desarrollo tan espectacular en los años 50' y 60' si no hubiera sido por el bajo costo de la mano de obra. Tan directa es esta relación que una vez que comenzó a subir el costo de la mano de obra debido a fijación del salario mínimo de los albañiles, se abandonó progresivamente la construcción de estos cascarones.

Tanto para Viollet-le-Duc, como para Gottfried Semper, el ornamento está íntimamente ligado a la forma construida y las prácticas culturales del momento. Antoine Picon está convencido que este tipo de ligazón alcanza una gran calidad en las sociedades tradicionales, con las técnicas constructivas tradicionales, no ocurriendo lo mismo en la época contemporánea, ya que a pesar de lo conocidas que son las técnicas constructivas occidentales contemporáneas, es más difícil establecer los nexos con la sociedad, dada

¹ Cfr. VIOLLET-LE-DUC, E.-E., JARAUTA, F. & PLA, M. 2007. *Conversaciones sobre arquitectura*, España, Consejo General de la Arquitectura Técnica de España : CAM Caja Mediterráneo, Obras Sociales.

su especialización, además de que sus vinculaciones con su tiempo son más del tipo intelectual y cognitivas.

Si aceptamos que la construcción es una vinculación específica entre naturaleza y cultura, el rol de la Historia de la Construcción es explicar la acción que produce esa articulación en todas sus facetas: pensar/ planear, diseñar, abstraer, modelar, calcular y medir, especificar, financiar, manufacturar, construir, mantener, reforzar, destruir, disponer. En todos ellos hay vinculaciones cruzadas, interdependencias y procesos de intercambio. El proceso de construcción completo constituye la Historia de la Construcción.

La historia de las estructuras y la historia de la construcción

Si se revisa la bibliografía existente se observará que por lo general, la historia de las estructuras y la historia de la construcción se mencionan por separado. Ambos términos, estructuras y construcción, hacen referencia a uno de los componentes de la definición del término arquitectura, la técnica. La técnica no hace solo referencia al procedimiento sino que también a los resultados.

La Historia de la Construcción describe, analiza e interpreta los materiales y los procedimientos constructivos, relacionado con la economía, el contexto social y la geografía.

La Historia de las Estructuras describe, analiza e interpreta los métodos (empíricos, heurísticos y científicos) utilizados para el dimensionamiento de los elementos de una obra, las maneras de conducir los esfuerzos, sus relaciones con la técnica y la tecnología de cada época. La Historia de las Estructuras incorpora el método analítico de la ingeniería a la historia de la arquitectura valorándose obras, autores y momentos desconocidos o secundarios para la historia tradicional de la arquitectura, en principio, aquella de los estilos. El método analítico de la ingeniería tiene por objetivo comprender algo mediante su descomposición en elementos, la descripción de sus características y funciones aisladas y en relación de unas con otra, utilizando como medio fundamental el raciocinio.

En la Historia de las Estructuras y la Construcción se exponen los problemas de cada época y sus soluciones, reconociéndose siempre en las nuevas soluciones las huellas del pasado. La historia, en este caso, cumple con la necesidad de complementar el conocimiento lógico de las estructuras y la construcción con conocimientos empíricos de lo que se ha realizado, de lo que se ha proyectado y lo que se ha pensado.

Los primeros modelos de investigación. Auguste Choisy y Josef Durm

Tal como lo señala Huerta (2009) el ingeniero francés Auguste Choisy (1841-1909), se le puede considerar el padre de la historia de la construcción, a través de sus publicaciones: *El arte de construir en Roma* (1873), *El arte de construir en Bizancio* (1883), *El arte de construir en Egipto* (1904) y la que es su obra más conocida, *La Historia de la Arquitectura* (1899), una historia que ha sufrido un injusto olvido, aunque la reciente reimpresión² de parte de su obra, el coloquio celebrado con motivo del

² Cfr. CHOISY, A. 2006. *El arte de construir en Roma*, Madrid, CEHOPU; CHOISY, A. 1997. *El arte de construir en Bizancio*, Madrid, CEHOPU; CHOISY, A. 2006. *El arte de construir en Egipto*, Madrid, CEHOPU.

centenario de su muerte³ con el objetivo de estudiar y difundir las aportaciones de su obra y la publicación de investigaciones⁴ acerca de su obra la han reposicionado.

Especial interés para nosotros, debe tener su obra, si consideramos que la primera traducción de *Histoire de l'Architecture* (1899) fue al castellano, y su primera edición en 1944 fue publicada en Argentina, por la Editorial VictorLeru. Las características principales de esta historia son el entrelazamiento de los aspectos constructivos con los formales; el protagonismo otorgado a la representación con axonométricas, una de las pocas historias en la cual hay una clara intencionalidad; el tratamiento homogéneo de las obras de arquitectura el cual permiten la aplicación del método comparado; y la incorporación de la geografía a la historia de la arquitectura.

Choisy es para Iberoamérica la referencia fundacional de la Historia de la Construcción más directa. En el mundo alemán el precursor de los análisis constructivo y estructural de edificios históricos es Josef Durm (1837-1919). Esto fue un cambio sustancial frente a la historiografía arquitectónica precedente, llamando la atención respecto de los aspectos constructivos e instando a sus colegas a dejar de lado la realización única y exclusiva de los estudios decorativos.

En el Manual de Arquitectura (*Handbuch der Architektur*) escrito junto a Hermann Ende y Eduard Schmitt, Durm dedica una de las secciones a la historia de los estilos y la construcción, específicamente a la arquitectura griega, etrusca, romana y del Renacimiento en Italia⁵. En este último período realiza un detallado análisis de la génesis, la ejecución técnica, la historia de la estructura de soporte de las cargas y los refuerzos realizados para la cúpula de la Catedral de Santa María del Fiore en Florencia y de la cúpula de la Basílica de San Pedro en Roma. Durm expone los conocimientos estructurales conocidos hasta esa época, mediante el estudio de la literatura relevante, las crónicas, mediciones en terreno y el contexto histórico de la construcción. Su interés no está en el edificio en sí, sino que en su estructura de soporte de cargas. Una de las características metodológicas de su investigación es la distancia crítica, su cuidadosa revisión de las fuentes y la utilización de los modernos métodos de cálculo. Durm consideraba que los cambios tecnológicos sufridos en el siglo XIX en las prácticas y la vida, permeabilizaban y determinaban la vida, el trabajo, el pensamiento y la sensación. Tanto Durm como Choisy son considerados los grandes historiadores de la arquitectura de fines del siglo XIX y principios del XX por sus interpretaciones, sus métodos de investigación similares, el análisis de los edificios históricos, haciéndose su legado presente en su influencia en las investigaciones de la historia de la arquitectura inclusive después de su muerte.

La asignatura de teoría e historia de las estructuras y la construcción [ARQ 312]

La actualización de la malla de la Carrera de Arquitectura de la Universidad Técnica Federico Santa María, incorporó como cierre del eje formativo de Teoría e Historia de la Arquitectura en el segundo semestre de tercer año, la asignatura de Historia de las Estructuras y la Construcción [ARQ 312].

³ *Colloque Centenaire: Auguste Choisy 1841-1909: L'architecture et l'art de bâtir*. Madrid, 19, 20 y 21 noviembre 2009 [Online]. (Actualizado 28 abril 2014) Disponible en: http://www.augustechoisy2009.net/es/convoca.php?id_nav=2 [consultado el 28/4/2014].

⁴ Cfr. MANDOUL, T. 2008. *Entre raison et utopie: L'histoire de l'architecture d'Auguste Choisy*, Wavre (Belgica), Éditions Mardaga; GIRÓN, J. & HUERTA, S. (eds.) 2009. *Auguste Choisy (1841-1909) : l'architecture et l'art de bâtir*: Actas del simposio internacional celebrado en Madrid, 19-20 de noviembre de 2009, Madrid: Instituto Juan de Herrera, Escuela Técnica Superior de Arquitectura.

⁵ *Die Baukunst der Griechen* (1881), *Die Baukunst der Etrusker*; *Die Baukunst der Römer* (1885) y *Die Baukunst der Renaissance in Italien* (1903).

La asignatura tiene una carga de 2 SCT equivalente a 60 horas cronológicas semestrales divididas en actividades presenciales (28 horas) y no presenciales (32 horas).

El objetivo de la asignatura es delinear una historia crítica de las ideas guía de los sistemas constructivos, sobre la base de un conocimiento profundo del patrimonio construido en su materialidad, observando las cualidades técnicas (solidez, habitabilidad, confort), materiales (productos y su puesta en obra), los significados y las estratificaciones históricas. El pensar la obra de arquitectura como obra completa implica asumir la dimensión material, constructiva y estructural, asumiendo que lo constructivo y lo estructural están desde un principio en el proceso creativo. La asignatura aborda las continuidades y los cambios que ha sufrido la construcción de una obra, desde el trabajo artesanal, expresión de los saberes y prácticas tradicionales o regionales, pasando por la producción de máquinas para la construcción, para finalizar con los procesos de industrialización.

La forma de exponer los contenidos de la asignatura son los siguientes:

- 1.- Analizando sistemas constructivos y estructurales relevantes utilizados en la arquitectura a lo largo de su historia.
- 2.- Comparando y relacionando los principales sistemas constructivos y estructurales, con los paradigmas de cada época.
- 3.- Planteando las ilaciones, los saltos y los accidentes entre las diferentes manifestaciones de la arquitectura en cuanto a sus aspectos materiales, constructivos y estructurales.

Estos dos últimos puntos se pueden sintetizar con la idea de árbol genealógico. Entender los edificios en función de un árbol genealógico, estableciendo parentescos y filiaciones, es una forma muy útil de realizar la crítica, pero además, y que es lo que nos interesa en esta asignatura, pensar, proyectar y diseñar estructuras coherentes a las intenciones del proyecto de arquitectura. La ligazón de una serie de obras construidas en diferentes épocas, bajo el sesgo constructivo estructural, de manera tal de demostrar la importancia del estudio de la historia y como ella puede ser una fuente de ideas para el proyecto, es uno de los productos deseados en esta asignatura. Es por ello que exponemos a continuación una genealogía construida a partir de una obra de ingeniería y sus transformaciones y adaptaciones.

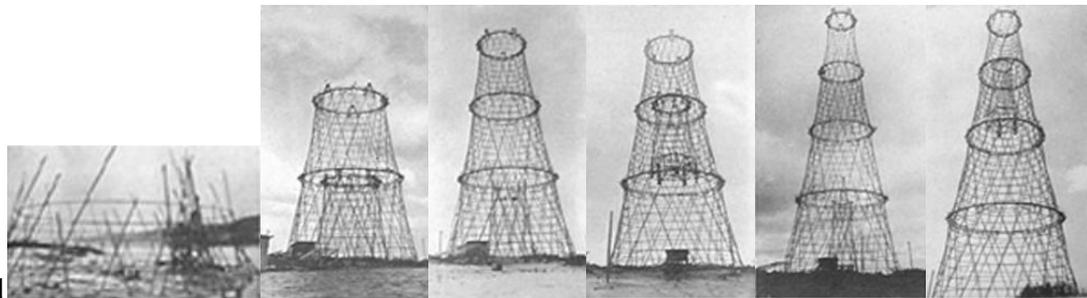
Vladimir Grigorievich Shukhov (1853-1939) es un ingeniero ruso que desarrolla su obra entre el siglo XIX y XX. Las famosas torres de alta tensión son únicamente un parte de su obra. Con sus 150 metros de altura la torre Sabolovka (1922) de Moscú es más pequeña que el proyecto original de 350 metros (fig. 1). Un cono enorme compuesto por varios hiperboloides sobrepuestos cuyo diámetro se reduce de manera regular hacia arriba. La precisión de la estructura reticular es sofisticada pensado en los medios de que disponían en la época.

La torre John-Hancock (1969) en Chicago de SOM (fig. 2), sigue el principio de tubo con sección rectangular que se reduce con la altura y de grandes arriostramientos diagonales exteriores los cuales vinculan las columnas exteriores, convirtiendo al sistema completo en una caja rígida. El sistema tubular arriostrado asume la resistencia de todas las cargas laterales y el sistema de pilares interiores las cargas de peso propio. La ausencia de arriostramientos interiores o de otros elementos resistentes hace posible el uso flexible de cada una de las plantas con diferentes funciones. Con este sistema se obtuvo un máximo de rigidez para la envolvente tubular y una excelente relación de peso de acero por metro cuadrado (50 kg/m²). El adelgazamiento de la sección de la torre, a medida que se asciende, aumenta su estabilidad tanto estructural como estética. Con sus 100 pisos y 332 metros de altura contiene una particular mezcla programática entre estacionamientos, oficinas, servicios y sector residencial.

El proyecto de la Millenium Tower (1989) en Tokyo de Norman Foster (fig. 3) con una altura de 1000 metros representa la máxima expresión en altura del concepto. También aquí es retomado el tema de las diagonales externas. La planta es circular y se reduce hacia arriba. Pero las diagonales ya no son tramos rectos como en la torre de Shukhov, sino que son curvos. Junto a la torre John Hancock, Shukhov es seguramente otra de sus fuentes.

La mediateca de Sendai (2001) de Toyo Ito (fig. 4) es un edificio de forma cúbica, que se sostiene mediante una estructura vertical compuesta por una serie de columnas de entramado, aparentemente irregulares, que recorren todo el edificio. Las columnas son de dos tipos: nueve columnas poligonalizadas y cuatro trianguladas de las esquinas, construidas bajo principios similares a las torres de Sabolovka.

Un último caso es el puente de red de tensión del ingeniero francés Robert Le Ricolais desarrollado en el taller de investigación de estructuras experimentales en la Universidad de Pensilvania que lideró entre 1954 y 1976. La forma es la misma de la torre Sabolovka, pero Le Ricolais la gira, proponiéndola como una viga para el proyecto experimental *Skyrail*, experimentando con otros comportamientos y abriendo nuevas posibilidades al tipo estructural (fig. 5).



1

1 Torre Sabolovka, 1919-22, Moscú, Schuchov, ingeniero ruso. Altura 150 metros



2

2 Torre John-Hancock, 1970, Chicago, SOM. Altura 332 metros. Principio del tubo



3

3 Millenium Tower, 1989, Tokio, Norman Foster. Altura 1.000 metros.



4



5

4Mediateca de Sendai, 2001, Toyo Ito.

5Puente de red de tensión, 1962-63, Robert Le Ricolais (1894-1977).

Una segunda genealogía se plantea a partir de las viviendas Grand Union Canal Walk proyectadas por Nicholas Grimshaw en 1989 (fig. 6), cuyas técnicas y sistema constructivo utilizado se pueden entender como un continuo de desarrollos técnicos y tecnológicos encadenados al cual podríamos agregar o quitar algunos eslabones.

La cadena se inicia con las fachadas en hierro colado para almacenes de entre cuatro y seis plantas propuestas por el ingeniero James Bogardus a mediados del siglo XIX (fig. 7 y 8). Estas fachadas estaban compuestas por piezas prefabricadas estandarizadas generadas por la repetición del módulo de la ventana. Continúa con el primer barco a vapor en hierro 1822 (fig. 9) y las embarcaciones acorazadas cuyos cascos estaban recubiertos en hierro en 1860 y las fachadas metálicas de las mansardas en París en torno a 1900. Solo después de la Primera Guerra Mundial, la industria redescubre las posibilidades que el acero ofrece o podría ofrecer para la construcción. Walter Gropius, director de la Bauhaus, fomentó el debate y puso en marcha proyectos pilotos para explorar los principios fundamentales de los sistemas prefabricados, produciendo junto a Richard Paulick y Georg Muche, el prototipo de una “Casa de acero” (Stahlhaus) (fig. 10), con una estructura de acero y un cerramiento exterior de chapa de acero de 3 mm. En Inglaterra se produjeron las casas prefabricadas en acero Atholl. El problema de estas propuestas era su excesivo peso y su tosquedad para la arquitectura doméstica, desarrollando Jean Prouvé a finales de los 30 las estructuras metálicas ligeras (fig. 11). Por último, en la década de ‘50 se introduce la junta de neopreno y en la década de ‘70 se desarrollan los sistemas de cerramientos ligeros.

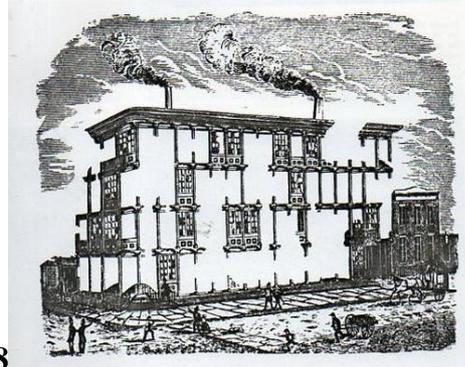


6

6Viviendas Grand Union Canal Walk (1989), Londres, de Nicholas Grimshaw.

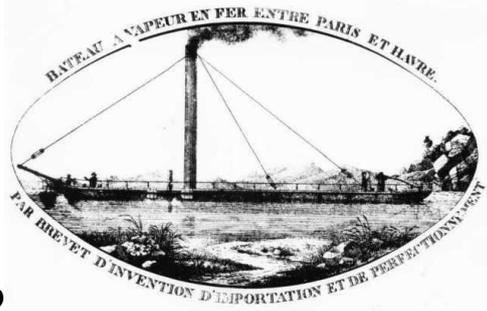


7



8

7-8Almacén con fachadas de hierro colado (c. 1849), Nueva York, James Bogardus.



9

9Barco a vapor AaronManby, 1822, la primera embarcación de hierro.



10

10Prototipo de la casa de acero, 1926,Törten,Georg Muche.



11

11Casa del pueblo, 1935-38,Clichy, Jean Prouve. Estructuras metálicas ligeras

Metodología enseñanza y aprendizaje

Clases expositivas. Se realiza clases expositivas para cada una de las unidades temáticas, orientando acerca de los puntos de vista y contenidos propuestos.

Ensayo. El ejercicio, desarrollado por grupos de entre dos y tres integrantes, consiste en describir, analizar y representar una obra de arquitectura construida con anterioridad al año 1950. Los objetivos del estudio son comprender una obra en cuanto a sus variables materiales, constructivas, estructurales y de ejecución, en relación a su época, además de relacionar y comparar una serie de obras por sus factores materiales, constructivos y estructurales. El ensayo es desarrollado de acuerdo a una metodología propuesta y corregido progresivamente. Los casos de estudio serán planteados por los estudiantes proponiéndose como secuencia de pasos el iniciar con una descripción acuciosa de la obra.

Exposición final. Se diseña una muestra, tipo exposición, al final del curso, abierta al resto de los estudiantes del Departamento de Arquitectura.

Los contenidos de la asignatura

Los contenidos de la asignatura están ordenados cronológicamente en grandes períodos, lo cual tiene como consecuencia una fuerte generalización

- 1._ Historia de la construcción. Entre Historia Cultural y Tecnológica
- 2._ Sistemas constructivos antiguos: Egipto, Grecia y Roma
- 3._ Las estructuras de piedra. La catedral gótica
- 4._ Sistemas tradicionales. Las técnicas milenarias
- 5._ El Renacimiento. Los tratados, la mecánica y los mecanismos

- 6._ Los pioneros en la construcción en hierro 1690-1840. El uso de otras técnicas
- 7._ El nuevo lenguaje del hierro y el vidrio 1810-1855. Chicago, los inicios del edificio de altura (la evolución de las estructuras de acero 1870-1914)
- 8._ Los pioneros en la construcción en hormigón 1820-1900
- 9._ La estructura expresión lógica. Desde Gaudi hasta Pierre Chareau
- 10._ La industrialización de la postguerra. El componente constructivo como elemento de proyecto

La estructura base de cada una de las sesiones es la descripción de seis elementos y sus características constructivas y estructurales.

- 1._ Las fundaciones. Sobre que construir
- 2._ La columna. Como realizar un apoyo puntual.
- 3._ El muro. Como envolver.
- 4._ El vano. Como perforar el muro.
- 5._ La viga. Como salvar una luz.
- 6._ La cubierta. Como cubrir.

Para cada uno de estos hemos utilizado las variables propuestas por Bögle para análisis de las estructuras: apariencia, material, forma, dimensión y medida; a los cuales agregamos dos variables propias de la construcción: ejecución y economía

Conclusiones

Consideramos que la presentación de la historia de la arquitectura desde un punto de vista temático, complementado por la exposición de diferentes corrientes de pensamiento de la historia resulta fundamental para comprender y demostrar que la historia no es un discurso cerrado en la cual se expone una sucesión de hechos en el tiempo, sino que justamente los hechos están sujetos a una interpretación.

La historia de las estructuras y la construcción aparece como una productiva manera de asociar la construcción con el proyecto, áreas que normalmente se tratan de manera independiente en el plan de estudio de arquitectura. También permite valorar la relación entre materiales y estructuras, forma y materiales, técnicas y precedentes, estimulando a los estudiantes en la búsqueda de innovaciones en las soluciones para una situación particular.

Por último, y tal como lo señala Voyatzaki la historia de la arquitectura es un catalizador para la comprensión de la arquitectura como acción integrada, pudiéndose afirmar que una escuela de arquitectura que no incluya la historia de la construcción en un plan de estudio, dicho plan estará incompleto.

BIBLIOGRAFÍA

Aguiló, Miguel. *Qué Significa Construir : Claves Conceptuales De La Ingeniería Civil* [in Spanish]. Ingeniería. Madrid: Abada, 2013.

Bögle, Annette. "Structural History - a Basic Element for Teaching Creativity." Paper presented at the Third International Congress on Construction History, Cottbus, Alemania, 2009.

Febvre, Lucien. *Combates Por La Historia* [in Spanish]. Barcelona: Ariel, 1970.
 FEBVRE, L. P. V. 1953. *Combats pour l'histoire*. Paris, A. Colin. .

Hassler, Uta, and Elena Pliego. "Josef Durm and Auguste Choisy: A Working Relationship." In *Auguste Choisy (1841-1909) : l'architecture et l'art de bâtir : Actas del Simposio internacional celebrado en Madrid, 19-20 de noviembre de 2009*, edited

by Javier Girón and Santiago Huerta, p. 261-75. Madrid, 19, 20 y 21 noviembre 2009, 2009.

Huerta, Santiago. "Historia De La Construcción: La Fundación De Una Disciplina." Paper presented at the Actas del Sexto Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Valencia, 2009.

Le Ricolais, Robert. *Robert Le Ricolais : Visiones Y Paradojas = Visions and Paradox* [in Spanish]. Madrid: Fundación Cultural COAM, 1997.

Lorenz, Werner. "From Stories to History, from History to Histories: What Can Construction History Do?". *Construction History, Journal of the Construction History Society* Volume 21 (2005-6): p. 31-42.

Mainstone, Rowland. "Reflections on Related Histories of Construction and Design." Paper presented at the First International Congress on Construction History, Madrid, 2003.

Ogg, Alan. *Architecture in Steel : The Australian Context* [in English]. Red Hill, ACT, Australia: Royal Australian Institute of Architects, 1987.

Picon, Antoine. "Construction History: Between Technological and Cultural History." *Construction History* Volume 21 (2005-6): p. 5-19.

Sarton, George. *Horus; a Guide to the History of Science; a First Guide for the Study of the History of Science; with Introductory Essays on Science and Tradition* [in English]. Waltham, Mass.: Chronica botanica, 1952.

Strike, James. *De La Construcción a Los Proyectos : La Influencia De Las Nuevas Técnicas En El Diseño Arquitectónico, 1700-2000*. Barcelona: Editorial Reverté, 2004.

Voyatzaki, Maria. "Construction History in the Architectural Curricula of Europe." Paper presented at the Second International Congress on Construction History, Cambridge, England, 2006.

Zevi, Bruno. *Saber Ver La Arquitectura. Ensayo Sobre La Interpretación Espacial De La Arquitectura*. Translated by Cino Calcaprina and Jesús Bermejo. Buenos Aires: Editorial Poseidón, 1951.