

LAS IMÁGENES COMO RECURSO PARA CONSTRUIR CONOCIMIENTOS Y HACER VISIBLE CONCEPTUALIZACIONES EN EL CAMPO DE LAS ESTRUCTURAS RESISTENTES. EXPERIENCIAS EN LA ENSEÑANZA DE ESTRUCTURAS RESISTENTES EN LA CARRERA DE ARQUITECTURA

**PEDRO, Beatriz; PUY, Mariana; SALOMONE, Carlos; ZOYA,
Eleonora**

arqbeatrizp@yahoo.com.ar; marianapuy@gmail.com;

cmsalomone@yahoo.com.ar; zoyaeleonora@yahoo.com.ar

Cátedra Pedro. Estructuras 123. Carrera de Arquitectura

Resumen

En el proceso de enseñanza-aprendizaje de las estructuras resistentes en la carrera de arquitectura, se trabaja con conceptos abstractos en un campo de saberes sistematizados científicamente, con el objetivo de adquirir el conocimiento necesario para reconocer y comprender cómo es su funcionamiento y poder integrarlos pertinentemente al proceso del diseño arquitectónico.

La incorporación de herramientas gráficas (imágenes) propias de la formación proyectual como sistemas de representación rigurosa (plantas, cortes, vistas y axonometrías), croquis, fotografías y herramientas audiovisuales (videos documentales o representaciones gráficas en movimiento) **son un recurso pedagógico** que potencia la formación, facilitando la **construcción del conocimiento**.

Tanto en **la trasmisión** de la información docente-alumno, **como en la práctica** estudiantil de los conceptos analizados, estas herramientas, que van desde **el registro** por observación directa, **el trabajo** con fotografías, imágenes y / o

documentación gráfica, **la construcción** de gráficos propios, esquemas e infografías, permiten y facilitan **la representación analítica** que evidencia la comprensión de la tridimensionalidad espacial y en ella las problemáticas y conceptualizaciones de resistencia, equilibrio y estabilidad de una edificación.

Esta ponencia es parte de la investigación que realiza el equipo docente de la cátedra que dicta Estructuras 1, 2 y 3, a cargo de la Arq. Beatriz H. Pedro, para la elaboración, implementación y actualización permanente de la propuesta pedagógica que lleva adelante la cátedra. Se trabaja intensa y sostenidamente este recurso en el proceso de enseñanza aprendizaje, con el objetivo de utilizar un lenguaje propio de nuestras prácticas formativas en las carreras de arquitectura con formas asequibles que aporte a cambiar la forma de enseñanza propia de las carreras de ingeniería: teórica, abstracta y con representaciones simbólicas.

Este enfoque para abordar cada temática, que se desarrolla durante toda la cursada, en el ciclo introductorio de cada nivel de la materia, se comienza con la realización de un trabajo desde la observación de la relación arquitectura-estructura, donde se comparten los objetivos de: visibilizar los aspectos resistentes, identificando para la escala de abordaje de cada nivel, la configuración espacial, los planos que organizan la estructura portante independiente, los elementos resistentes que la constituyen, sus formas, funciones y organización, por medio de la observación directa, o de imágenes fotográficas, y / o documentación gráfica trabajando la construcción de imágenes, desarrolladas con metodologías concretas y simples (alcanzables por diferentes medios tecnológicos a disposición de todos los estudiantes).

El resultado de dichas experiencias, permite el avance del proceso de enseñanza aprendizaje, tanto grupal como individualmente, y la

construcción del conocimiento de manera integral e integrada, incorporando desde el inicio los conceptos específicos a la relación arquitectura-estructura, explorando como manera de aprendizaje la evaluación conjunta de los resultados.

Palabras clave

Construcción gráfica de conceptos, De lo visual a lo no visual, Esquemas interpretativos, Tridimensionalidad de la problemática estructural

Introducción

La propuesta de las Jornadas de investigación motivó al equipo docente de la cátedra que dicta Estructuras 1, 2 y 3, a cargo de la Arq. Beatriz H. Pedro, la reflexión, en una materia que aparece lejana de la problemática propuesta (SI + Imágenes, prácticas de investigación y cultura visual), de cómo había cambiado y cómo usaba la cátedra el recurso (en sentido amplio) de las representaciones visuales de los conceptos y problemáticas que se abordan en la materia estructuras resistentes.

Esta ponencia es parte de una investigación permanente para la elaboración, implementación y actualización de la propuesta pedagógica que lleva adelante la cátedra, trabajando intensa y sostenidamente este recurso en el proceso de enseñanza aprendizaje, con el objetivo de utilizar un lenguaje propio de nuestras prácticas formativas en las carreras de arquitectura con formas asequibles que aporte a cambiar la forma de enseñanza propia de las carreras de ingeniería: teórica, abstracta y con representaciones simbólicas.

En el proceso de enseñanza-aprendizaje de las estructuras resistentes en la carrera de arquitectura, se trabaja con conceptos abstractos en un campo de saberes sistematizados científicamente, con el objetivo de adquirir el conocimiento necesario para reconocer y comprender cómo es su funcionamiento y poder integrarlos pertinentemente al proceso del diseño arquitectónico.

La incorporación de herramientas gráficas (imágenes) propias de la formación proyectual, como, sistemas de representación rigurosa (plantas, cortes y vistas, axonometrías), croquis, fotografías y herramientas audiovisuales (videos documentales, o representaciones gráficas en movimiento) **son un recurso pedagógico** que potencia la formación, facilitando la **construcción del conocimiento**.

Tanto en **la transmisión** de la información docente-alumno, **como en la práctica** estudiantil de los conceptos analizados, estas herramientas, que van desde **el registro** por observación directa, **el trabajo** con fotografías, imágenes y / o documentación gráfica, **la construcción** de gráficos propios, esquemas e infografías, permiten y facilitan **la representación analítica** que evidencia la comprensión de la tridimensionalidad espacial y, en ella, las problemáticas y conceptualizaciones de resistencia, equilibrio y estabilidad de una edificación.

Nos proponemos exponer sintéticamente esa búsqueda y su importancia como recurso pedagógico en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las **estructuras resistentes** en la carrera de arquitectura. Esto surge a partir de afirmar el enfoque integrador arquitectura-estructura que incluimos en la propuesta académico-metodológica que desarrollamos en la materia.

Lo hacemos desde un **proyecto de formación** consolidado¹. Partimos de considerar que la formación disciplinar de un arquitecto en lo relativo a estructuras resistentes, debe orientarse hacia **una concepción del proyecto estructural inseparable del proyecto arquitectónico**.

Estas premisas pusieron en cuestión los fundamentos conceptuales y los ejes de trabajo formativos que, históricamente se utilizaban en las materias relativas a **Estructuras Resistentes**, que constituyen un cuerpo completo de formación en esta área específica dentro de la Carrera de Arquitectura.

Las prácticas utilizadas tenían una forma de enseñanza propia de las carreras de ingeniería: teórica, abstracta y con representaciones simbólicas. Este lenguaje, que es ajeno a nuestra unidad académica, generaba una desconexión de los conceptos trabajados con las prácticas utilizadas habitualmente. Se concentraba en analizar puntualmente el fenómeno físico, trabajado casi exclusivamente desde el pensamiento matemático, aislado del proceso del diseño arquitectónico.

En la búsqueda de una metodología de enseñanza que utilicen un lenguaje propio de nuestras prácticas académicas y disciplinares, desarrollando una formación que contenga enfoques y métodos científicos de análisis y resolución que potencien la toma de decisiones estructurales integradas a los requerimientos del proyecto arquitectónico consideramos que la utilización de imágenes representativas de los fenómenos físicos estudiados, integrados a la representación del objeto arquitectónico en su tridimensionalidad y materialidad, es uno de los recursos indispensables en el proceso de enseñanza aprendizaje.

¹ El Proyecto formativo del equipo docente de esta cátedra organizado bajo la titularidad de la Arq. Beatriz Pedro, es un equipo de la Carrera de Arquitectura de la FADU/UBA, que ha participado, desarrollado y crecido bajo la titularidad del Arquitecto Pedro Perlés (1994-2002) y luego bajo la titularidad de la Arq. Alicia Cisternas (2003- 2015), incorporando el aporte de nuevos integrantes, por lo que este estilo de formación acredita una trayectoria de muchos años.

Utilización de las imágenes como herramienta que ayuden a la comprensión de una temática

Este enfoque para abordar cada temática, que se desarrolla durante toda la cursada, se trabaja desde la observación de la relación arquitectura-estructura, donde se comparten los objetivos de visibilizar los aspectos resistentes, identificando, la configuración espacial y los planos que organizan la estructura portante independiente. Se analizan los elementos resistentes que la constituyen, sus formas, funciones y organización, trabajando la construcción de imágenes, desarrolladas con metodología concretas y simples (alcanzables por diferentes medios tecnológicos a disposición de todos los estudiantes).

De acuerdo al objetivo pedagógico propuesto se elige el tipo de imágenes utilizadas y quién es el encargado de su elaboración.

Imágenes elaboradas por los estudiantes para exponer los análisis propuestos

De acuerdo a la escala de abordaje de cada nivel los estudiantes analizan un edificio existente propuesto por los docentes. Por medio de la observación directa, de imágenes fotográficas o documentación gráfica del proyecto arquitectónico se trabaja en la construcción de imágenes, con el objetivo de: visibilizar los aspectos resistentes, la configuración espacial, los planos que organizan la estructura portante independiente, los elementos resistentes que la constituyen, sus formas, funciones y organización.

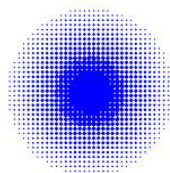
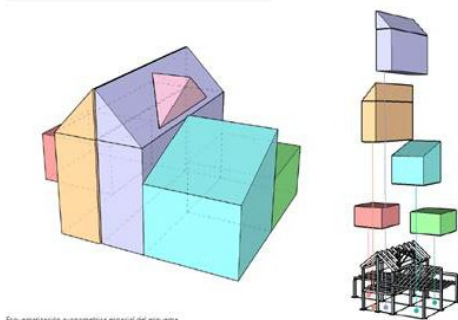


Figura1: Reconocimiento de configuraciones estructurales y sus características

Estructuras/1
#BP

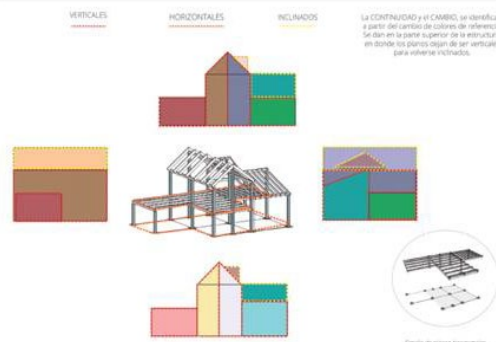
TP Nº1 / Reconocimiento de configuraciones estructurales y sus características

/configuraciones especiales



Esquemática axonométrica espacial del esquema

/planos que organizan la estructura portante independiente



La CONTINUIDAD y el CAMBIO, se identifican a partir del cambio de colores de referencia. Se dan en la parte superior de la estructura, en donde los planos dejan de ser verticales para volverse inclinados.



Creación de planos horizontales

/identificación de los elementos resistentes

PUNTO 01: Contorno 2 (Viga y Columna)
PUNTO 02: Contorno 2 (Viga y Columna)
PUNTO 03: Contorno 2 (Viga y Columna) y Columna de apoyo
PUNTO 04: Contorno 2 (Viga horizontal y Viga vertical) y Columna de apoyo y Columna de apoyo
PUNTO 05: Contorno 2 (Viga horizontal y Columna de apoyo)
PUNTO 06: Contorno 2 (Viga y Columna)
PUNTO 07: Contorno 2 (Viga principal y Viga secundaria)
PUNTO 08: Contorno 2 (Viga principal y Viga secundaria)
PUNTO 09: Contorno 2 (Viga principal y Viga secundaria)

FUNCION RESISTENTES
 La viga es un elemento estructural, un miembro del material que fuerza.
 Se trata de una longitud finita de un material que soporta fuerzas, momentos de torsión, o bien solo, su capacidad de soportar y transmitir fuerzas.
 La viga de madera con el eje de su madera y vigas, soportando un momento torsión en los extremos (paralelo o normal a la fibra de la madera).
 La madera es capaz de soportar esfuerzos con tensiones de tracción y compresión.



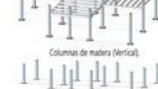
MATERIALES

ELEMENTOS



POSICION

Vigas primarias y secundarias de madera (horizontal)



Columnas de madera (Vertical)



DETALLE DE ENTRAMADO



Base Puntos de apoyo



Se trata de una estructura portante independiente ya que solo aportan los elementos especializados organizados pertinentemente

Imágenes elaboradas por los docentes para desarrollar explicaciones

Se trabaja con la construcción de relaciones entre las imágenes: plantas, vistas, axonómicas y conjuntos iconográficos que permitan desarrollar las explicaciones de los conceptos a trabajar en clase.

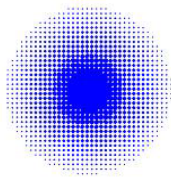
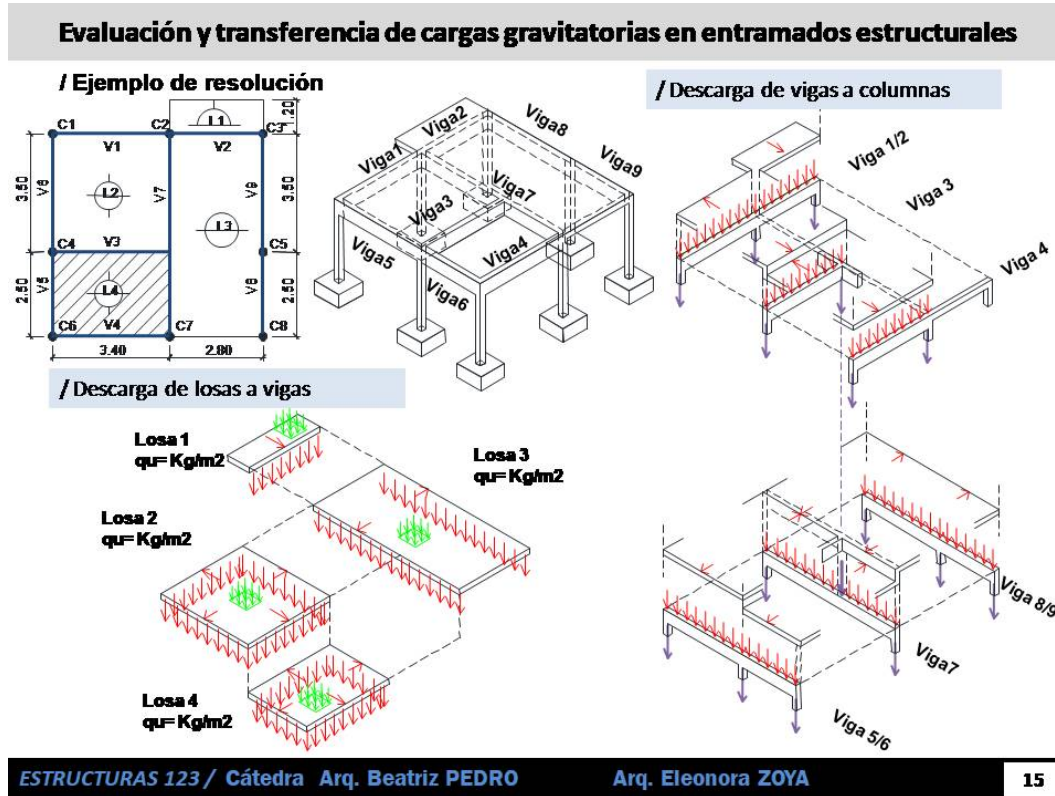


Figura2: Evaluación y transferencia de cargas gravitatorias



Usos de las imágenes

El uso de las imágenes en la enseñanza de las estructuras abarca un abanico que va de los esquemas abstractos como representación de conceptos al uso de recursos gráficos propios de los arquitectos (plantas, vistas, cortes, croquis y diferentes tipos de perspectivas. Se puede clasificar las imágenes de acuerdo a las funciones con las que se las va a utilizar.

Para conocimiento y análisis

Sobre documentación gráfica: plantas, cortes o axonométricas se destacan los elementos a analizar.

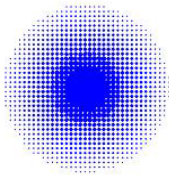
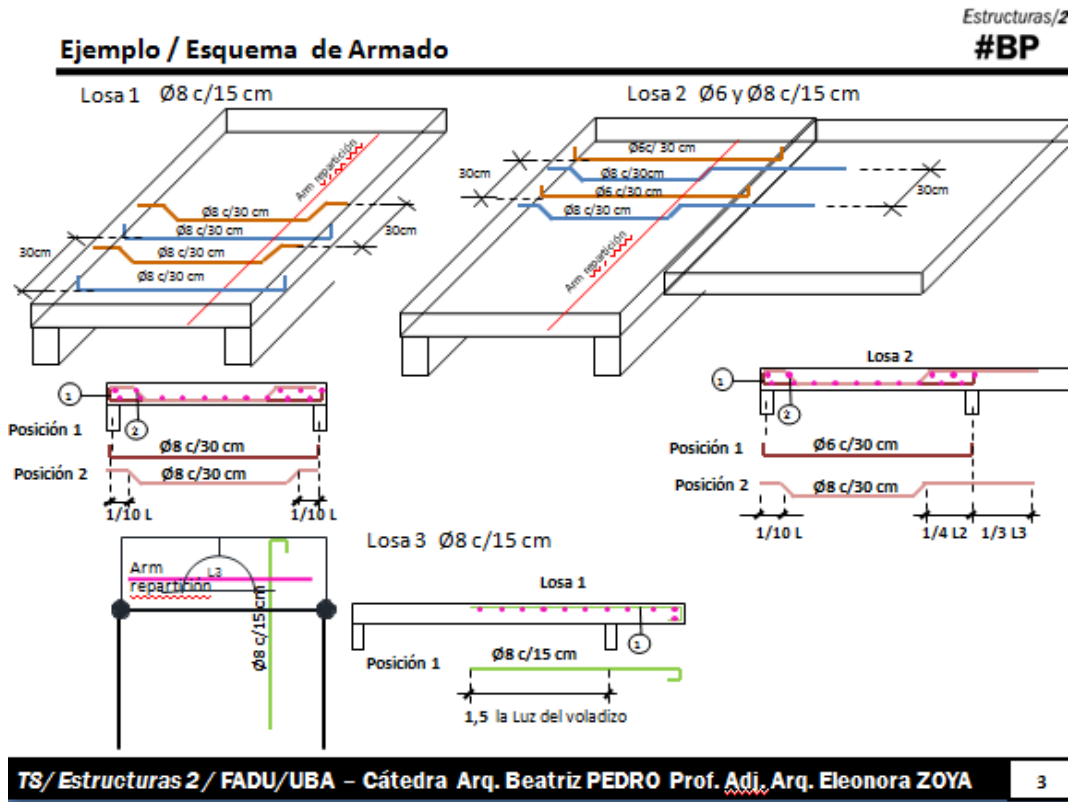
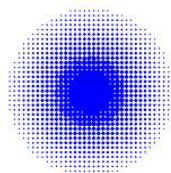


Figura 3: Esquema de armado de losas de hormigón armado





Para analizar una problemática

Se trabaja con gráficos que permitan analizar diferentes resoluciones y las implicancias de la elección de cada una.

Figura 4: Análisis de las configuraciones arquitectónicas estructurales proyectadas con pórticos múltiples como estructura de rigidización frente a cargas horizontales

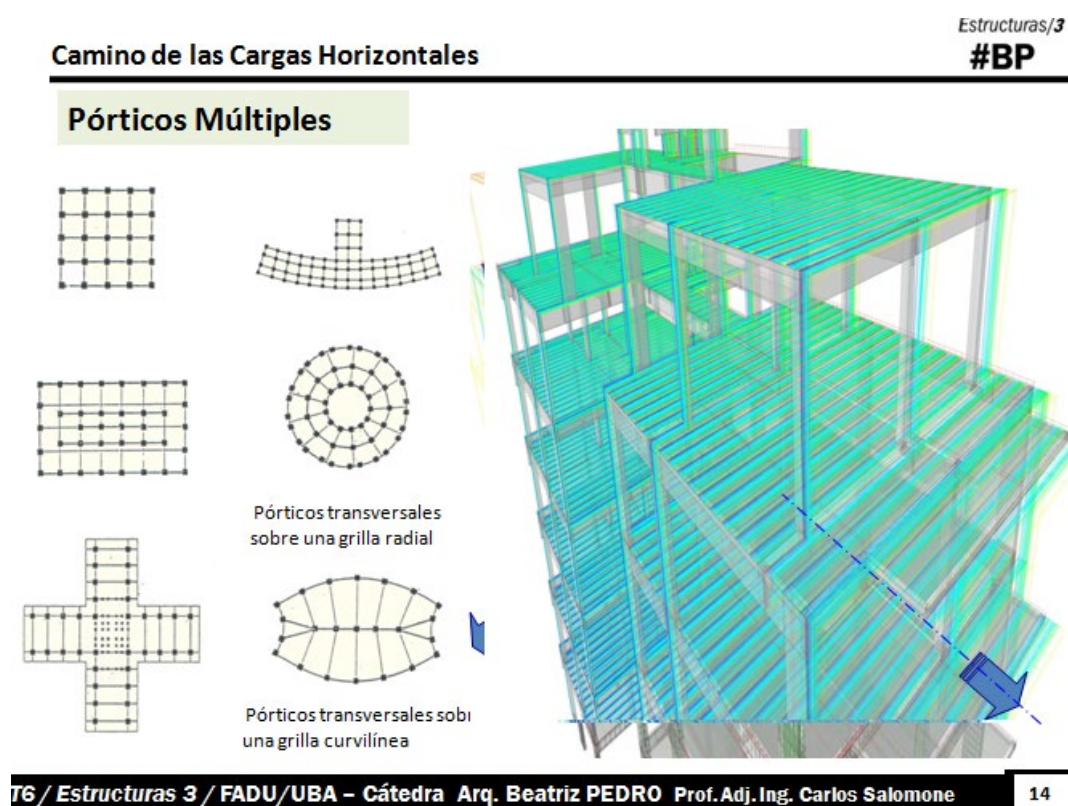
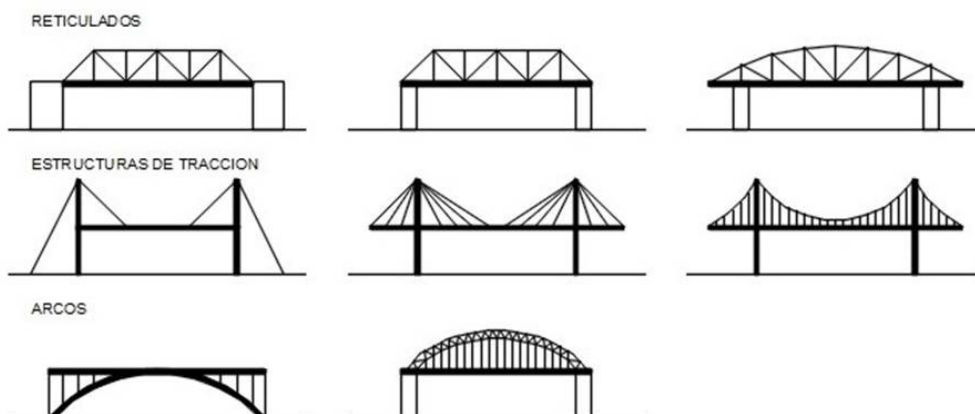


Figura5: Cubiertas de grandes luces, las diferentes resoluciones del proyecto estructural inciden en la configuración del proyecto arquitectónico

Las diferentes resoluciones del proyecto arquitectónico guía las alternativas de proyecto estructural



Antecedentes y referentes de esta búsqueda

En la década del 60, consolidadas las carreras de arquitecturas en forma independiente, se realizaron encuentros de reflexión y debate sobre la metodología de enseñanza del campo de las estructuras resistentes apropiada a la formación de los arquitectos, superando la práctica generalizada de impartir una simplificación de la enseñanza que se impartía en las ingenierías civiles, centrada en el cálculo.

Profesores de distintas facultades fueron a capacitarse en el Instituto E. Torroja de Madrid², que ya había publicado “razón y ser de los tipos estructurales”, poniendo en evidencia nuevas formas de abordar la explicación de los fenómenos resistentes.

Destacamos un breve índice provisorio de publicaciones traducidas al español y/ o elaboradas en nuestro país que aportaron a esta búsqueda y de las que abrevamos en nuestras investigaciones y trabajos de enseñanza.

/ Attilio Arcangelli³ (1965) publica en EUDEBA, “La estructura en la arquitectura moderna”, avanzando en el uso de recursos graficados que apoyan la explicación de conceptos.

² El Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc), perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) Madrid, España.

³ Profesor de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Florencia, Italia. Esta publicación fue elaborada en el año 1956 y traducida por el Arq. Luis Curcio.

/ Salvadori y Heller⁴ publicaron (1966) “*Estructuras para arquitectos*”, trabajando gráficamente los temas.

/ Heinrich Engel⁵, publica (1970) “*Sistemas de estructuras*”, planteando desde la concepción de integración arquitectura-estructura, sistemas estructurales que se muestran a través de gráficos y maquetas de estudio.

/ Diego Díaz Puerta⁶ publica (1980), *Introducción a las estructuras de edificios. Interpretación gráfico-experimental de su comportamiento*, aporta un punto de inflexión.

/ Eladio Dieste⁷, publica (1985) sus elaboraciones de cáscaras y láminas de doble curvatura.

/ Pedro Perles⁸, inicia la publicación de apuntes sobre la enseñanza de estructuras de hormigón, que se publica como libro dibujado y escrito inicialmente a mano (1987), en un nuevo aporte al uso del recurso grafico.

/ Alicia Cisternas y Beatriz Pedro⁹, inician la publicación (1997- actualizado en 2010) sobre la enseñanza de *conceptos básicos de estructuras resistentes*, que se dicta en Estructuras 1 de la FADU-UBA. Trabajando detalladamente con estos conceptos y recuperando elaboraciones de los autores mencionados.

/ Francis D.K. Ching¹⁰, y colaboradores, continuando sus elaboraciones graficas sobre configuraciones arquitectónicas, publica en 2009, *Manual de estructuras ilustrado*, dando un nuevo salto en este recurso para la formación.

Conclusiones provisionarias

Evaluamos que el resultado de estas experiencias, permite el avance del proceso de enseñanza aprendizaje, tanto grupal como individualmente, y la construcción del conocimiento de manera integral e integrada, incorporando desde el inicio los conceptos específicos a la relación arquitectura- estructura, explorando como manera de aprendizaje la evaluación conjunta de los resultados.

⁴ Profesores de estructuras en EEUU. Fue traducido al español por Luis Fabricant. Prologo de Pier Luigi Nervi.

⁵ Profesor de la Facultad de Arquitectura de Stuttgart, Alemania.

⁶ Profesor de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Tucumán. Prologo de Eduardo Sacriste.

⁷ Ingeniero Civil, que desarrollo y construyó en cerámica armada dándoles formas curvas a sus proyectos.

⁸ Profesor de Estructuras de la Carrera de Arquitectura de la FADU-UBA.

⁹ Profesoras de Estructuras 123 de la Carrera de Arquitectura de la FADU-UBA.

¹⁰ Profesor en varias Facultades de Arquitectura de EEUU y de Japón, es hoy profesor emérito de la Universidad de Washington

Bibliografía

Arcangelli, A. (1965) *La estructura en la arquitectura moderna*. Buenos Aires: Eudeba.

Ching, F (2009). *Manual de estructuras ilustrado*. Barcelona. Gustavo Gili.

Cisternas, A - Pedro, B. (6ta edición 2016). *Conceptos básicos de estructuras resistentes*. Buenos Aires: Nobuko.

Díaz Puerta, D. (1980), *Introducción a las estructuras de edificios. Interpretación gráfico-experimental de su comportamiento*. Buenos Aires: Summa.

Dieste, E. (1994). *Láminas y cáscaras de doble curvatura*. Montevideo: La Banda Oriental.

Engel, H. (1970) *Sistemas de estructuras*. Madrid. Blume.

Perles, P. (6ta edición 2016). *Hormigón Armado*. Buenos Aires: Nobuko.

Salvadori, M.; Heller, R. (1966) *Estructuras para arquitectos*. Buenos Aires: La isla.

Torroja, E. (1959) *Razón y ser de los tipos estructurales*. Madrid: Instituto Torroja.

Material de la cátedra Pedro, Estructuras 123.

Clases teóricas de Estructuras 1. Adj- Arq. Mariana Puy.

Clases teóricas de Estructuras 2. Adj- Arq. Elonora Zoya.

Clases teóricas de Estructuras 3. Adj- Ing. Carlos Salomone.