

# ESTRUCTURAS 3

## EL DISEÑO ESTRUCTURAL EN EL PROYECTO ARQUITECTÓNICO

TRABAJO DE DISEÑO  
MULTIDISCIPLINARIO

Hugo BONAIUTI / Alberto ELICABE  
Isolda SIMONETTI / Alicia ADLER / Gabriela ASIS  
Raquel FABRE / Gustavo GONZÁLEZ  
Edgardo VERGARA / Eduardo WUTHRICH  
Julieta MANSILLA / Eduardo RODRÍGUEZ  
Laura TOSCANELLI / Marco TERZARIOL



*En este trabajo se relata una experiencia realizada en oportunidad de la visita del Profesor ingeniero Guillermo Wieland a la FAUDI, UNC, con motivo de ser invitado para la dirección de un seminario por la cátedra de Estructuras III de dicha casa de estudios.*

*Consistió en una jornada de trabajo realizado en forma conjunta por alumnos del último nivel, docentes de las facultades de Arquitectura de la UNC y la UNT y de la FCEF y N de la UNC junto a profesionales adscriptos a las cátedras de tecnología.*

*La tarea propuesta y desarrollada implicó el diseño y ejecución de maqueta de un puente peatonal sobre el Río Suquia. Se proveyó todo el material necesario para conocer las características del sitio de emplazamiento dejando cierta libertad en su ubicación exacta.*

*Al cabo de 8 hs. de trabajo en grupos multidisciplinarios se llegó a producir la maqueta inicial que permitía visualizar la morfología y planteo estructural del diseño.*

*Se estima que la experiencia resultó altamente enriquecedora para todos los participantes por lo cual se procura difundirla y analizarla como posible metodología didáctica.*

*Se elaboran conclusiones sobre el estilo de trabajo, y su impacto en la enseñanza de las estructuras, y se informa en detalle de las características de cada uno de los diseños y la crítica conjunta realizada.*

## OBJETIVOS

El Seminario-Taller Experiencias en la Enseñanza del diseño estructural, organizado por la Cátedra de Estructuras III, dictado y coordinado del ingeniero Guillermo Wieland, Maître Assistant Titulaire, École Nationale Supérieure D'architecture De Versailles tuvo los siguientes objetivos:

- Conformar grupos interdisciplinarios espontáneos que permitan en intercambio de conocimientos y perspectivas en la resolución de problemas.
- Diseñar y ejecutar un modelo de un objeto arquitectónico, en el cual el mecanismo estructural sea determinante de su forma/función.
- Identificar los mecanismos estructurales y su relación con la propuesta arquitectónica/espacial.
- Exponer el trabajo como cierre y elaborar conclusiones a partir de las críticas desde los diferentes enfoques que se expresen entre los participantes.
- “La intención del trabajo es la mostrar cómo, en las etapas tempranas del proceso de diseño, es importante tener en cuenta múltiples factores que incidirán en el resultado final del objeto de diseño”.<sup>[1]</sup>

El Ingeniero Guillermo Wieland, Maître Assistant Titulaire - École Nationale Supérieure D'architecture De Versailles -, fue invitado a dictar un Seminario como parte de las actividades de investigación en docencia que realiza la cátedra de Estructuras III de la FAUDI, UNC.

Para concretarlo se elaboró un convenio con la Escuela Nacional de Arquitectura de Versalles y además se gestionó, con resultado favorable, la financiación de los gastos de viaje con el Centro Franco Argentino que mantiene un convenio con la UNC.

La organización, difusión y actividades relacionadas con el desarrollo del evento estuvieron a cargo de la cátedra de Estructuras III.

El Seminario - Taller, que era una de las actividades planificadas para el visitante, consistió en la elaboración de un proyecto de puente peatonal sobre el Río Suquía, con ejecución de la maqueta estructural del mismo. El profesor visitante brindó una disertación sobre los antecedentes del caso planteado y se proporcionó a los participantes del material necesario para ubicarse contextualmente en el sitio mediante videos, fotografías, cortes transversales y planimetría del emplazamiento propuesto.

Los equipos de trabajo, de 4 ó 5 personas, se integraron con arquitectos, ingenieros y estudiantes de los últimos cursos, procurándose la menor homogeneidad en su composición.

El desarrollo se extendió por un lapso de 5 horas al cabo de las cuales cada grupo presentó su trabajo y recibió las críticas del disertante y las acotaciones de los restantes participantes lo que generó interesantes debates.

A continuación se reelabora sobre cuatro trabajos seleccionados (tratando de representar la diversidad de propuestas elaboradas) los aspectos que condicionaron el diseño de cada uno de los puentes, donde podemos visualizar el trabajo interdisciplinario que desarrollo cada uno de los grupos.

Los aspectos a analizar en cada caso son los siguientes:

- Aspectos URBANÍSTICOS. Inserción en el sitio
- Aspectos MORFOLÓGICOS / SIMBÓLICOS/ ESPACIAL / VIVENCIAL
- Aspectos TECNOLÓGICOS / MATERIALIDAD
- Propuesta ESTRUCTURAL

<sup>(1)</sup> Equipo docente de la Cátedra de Estructuras III, "Estructuras III- Mampostería sismorresistente", FAUD -UNC, 2007.

## TRABAJO GRUPO N° 1

- Aspectos URBANÍSTICOS. Inserción en el sitio

La propuesta se inserta en el sitio generando en sí misma un polo de atracción, vinculándose a distintos senderos existentes en el parque.

- Aspectos MORFOLÓGICOS / SIMBÓLICOS / ESPACIAL / VIVENCIAL

Se trata de un elemento escultórico, dinámico, permite ser recorrido en una sucesión de imágenes que varían a cada paso. El ingreso de la luz e inéditas visuales hacia el río, invitan a recorrerlo y permanecer.

- Aspectos TECNOLÓGICOS / MATERIALIDAD

El grupo propone la utilización de barras de madera que se articulan entre sí mediante nudos patentados. Resulta un entramado de barras que luego de presentarse, esos nudos pueden terminar empotrando las barras, generando continuidad estructural.

- Propuesta ESTRUCTURAL

Se trata de una viga tubular a la cual se le agregan diagonales a cada rombo para así poder disminuir esfuerzos flexionales. En esta viga todas las barras toman esfuerzos axiales, transversales y flexionales que se terminarán en los nudos, por lo cual es muy importante preservar la estanqueidad de los mismos. Aun así, no se esperan grandes solicitaciones en las barras, ya que las mismas se degradan debido a su gran cantidad.

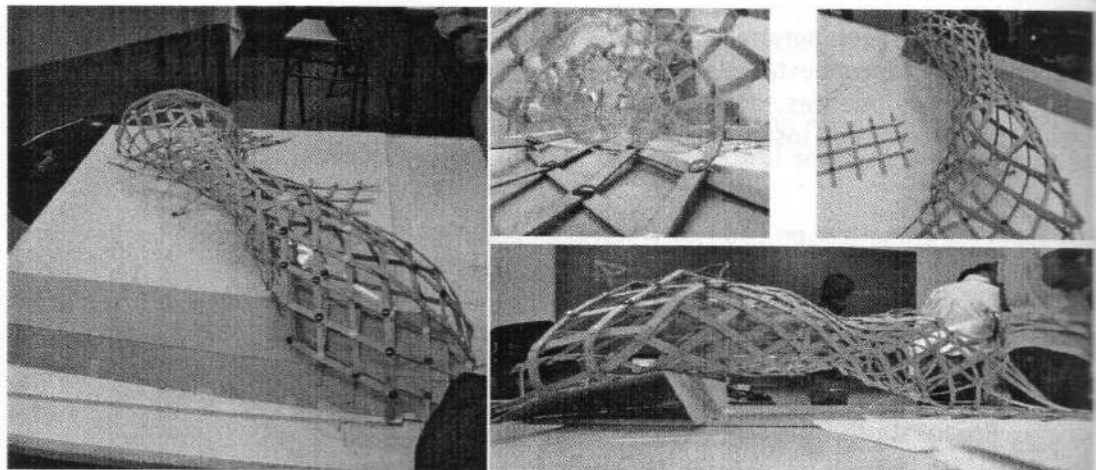


Fig.1: Fotos espaciales del Puente realizado por el grupo n°1

## TRABAJO GRUPO N° 2

- **Aspectos URBANÍSTICOS. Inserción en el sitio**

Este trabajo busca vincular todas las áreas de interés del sitio, como lo son el parque Las Heras, Plaza Austria y ambos márgenes de río. Para ello se debió superar la barrera física que genera el paso de la costanera que separa el Parque del río, y los importantes desniveles hacia la costa.

- **Aspectos MORFOLÓGICOS / SIMBÓLICOS / ESPACIAL / VIVENCIAL**

La propuesta planteada además de suturar espacios urbanos de recreación genera un nuevo paseo que permite múltiples alternativas de recorrido y una visión diferente del río, incorporándose al paisaje mediante una morfología de líneas tenues, promoviendo un espacio para el descanso y la reflexión.

- **Aspectos TECNOLÓGICOS / MATERIALIDAD**

Desde el punto de vista de los materiales, el grupo propone la utilización de tubos de acero de gran diámetro (> 1m) que conformaran el arco principal y una superficie peatonal metálica antideslizante. A su vez el uso de perfiles metálicos y tensores de acero se plantea para poder materializar el arco peatonal secundario.

- **Propuesta ESTRUCTURAL**

Esta propuesta consta de dos sistemas de arcos, uno principal y uno secundario. El principal (materializado con tubos de acero de gran diámetro en rojo en el esquema) es sobre el cual apoya toda la estructura y las cargas por lo que se esperan grandes solicitaciones a esfuerzos normales y de momentos flexionales. En este arco principal también se apoya un segundo arco falso (en azul), ya que el mismo no trabaja como tal, sino que transfiere sus cargas al arco principal, en un lado mediante columnas metálicas (en negro) y del otro lado colgado mediante tensores (en negro con línea de trazo).

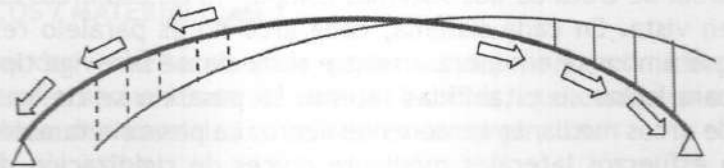
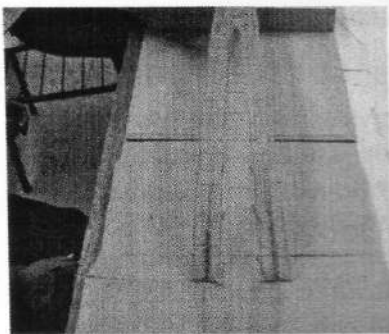


Fig. 2: Foto y esquema estructural del Puente realizado por el grupo n° 2

### TRABAJO GRUPO N° 3

- **Aspectos URBANÍSTICOS. Inserción en el sitio**

En este trabajo se busca vincular las áreas de uso recreativo y de paseo que caracterizan al sitio en ambas márgenes del Río Suquía, como lo son el parque Las Heras, Plaza Austria. Para ello se identificaron los trazados de los circuitos peatonales y de ciclovías y se procuró darles continuidad y conexión, teniendo en cuenta diferentes niveles de circulación: uno con rampas de acceso para las bicicletas y otro superior de circulación peatonal balconeando sobre el anterior.

- **Aspectos MORFOLÓGICOS / SIMBÓLICOS/ ESPACIAL / VIVENCIAL**

Desde el punto de vista de la idea morfológica se buscó trabajar con curvas suaves que se integren al entorno orgánico, tratando de darle la mayor permeabilidad posible. Por tal motivo se trabajó con varios arcos entrecruzados, que soportan ambos puentes conformando un todo.

- **Aspectos TECNOLÓGICOS / MATERIALIDAD**

Se busco una elevada esbeltez diseñando grandes arcos con la pasarela colgante, es por ello que los tubos de acero estructural resultan ser los componentes más apropiados para este sistema. La pasarela superior propiamente dicha se materializaría mediante dos perfiles IPN longitudinales vinculados con perfiles normales para su rigidización lateral. Para la pasarela inferior se optó por vigas pretensadas que permiten un galibo admisible con la pasarela superior. En las uniones de los arcos de un mismo sistema, se ha propuesto una articulación, para así conformar un arco puro y una viga en voladizo hasta este punto.

- **Propuesta ESTRUCTURAL**

El puente consta de dos sistemas de arcos y una gran viga de vinculación a cada arco. Se trata de dos sistemas compuesto de dos arcos cada uno desplazados en vista. En cada sistema, cada arco no es paralelo respecto al otro, sino que ambos se equilibraran entre sí mediante una viga tipo vierendel superior para lograr su estabilidad lateral. La pasarela se cuelga de los dos sistemas de arcos mediante tensores de acero. La pasarela también se la ha reforzado a esfuerzos laterales mediante cruces de rigidización disminuyendo así los desplazamientos y alabeos naturales que acarrea este sistema de arcos no paralelos. Se estiman que se presentaran grandes solicitudes a esfuerzos normales y flexionales en los arcos, grandes esfuerzos a tracción del sistema de rigidización superior y deformaciones aceptables tanto verticales como de alabeo. (Fig. 3)

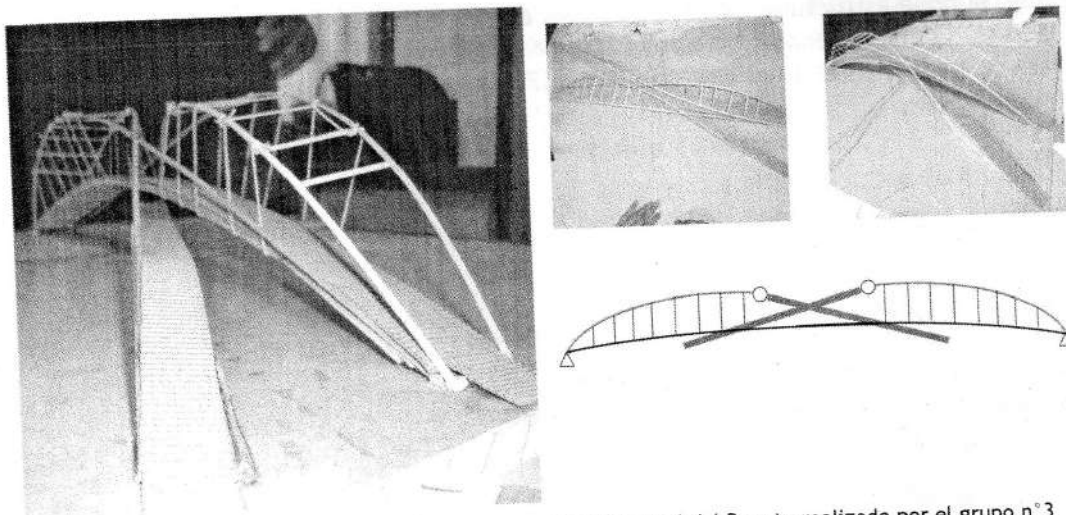


Fig. 3: Fotos y esquema estructural del Puente realizado por el grupo n° 3

#### TRABAJO GRUPO N° 4

- **Aspectos URBANÍSTICOS. Inserción en el sitio**

Se trabaja aquí también con la idea de la unificación de ambas plazas, (parque las Heras y Plaza Austria) y la de la utilización del puente como espacio de ENCUENTRO, es por ello que surge la idea de un puente en dos niveles.

- **Aspectos MORFOLÓGICOS / SIMBÓLICOS/ ESPACIAL / VIVENCIAL**

Se conforma con dos tableros en diferentes niveles donde uno se inserta dentro del otro, siendo el superior el correspondiente al paso peatonal con las mejores visuales del sitio y el río. Desde este y ya en forma suspendida del nivel peatonal se encuentra el bar como espacio de PERMANENCIA en el sitio.

- **Aspectos TECNOLÓGICOS / MATERIALIDAD**

Este puente requiere de grandes esbelteces para poder acompañar a la idea arquitectónica, es por ello que se propone el uso de mástiles y cables, que confieren a esta estructura una gran economía de materiales en relación a su carga y luz.

- **Propuesta ESTRUCTURAL**

El tipo estructural adoptado es la cercha Jawerth, compuesto por cables traccionados y anclados en dos mástiles que reciben toda la carga. Estos mástiles se componen de dos columnas que forman una V invertida, vinculados por una articulación en el punto de encuentro. Arquitectónicamente, se ha intentado de hacer un juego de un arco falso y

cable, aunque estructuralmente el cable es el elemento que transfiere las cargas a los mástiles. El arco se encuentra apoyado (en negro) y colgado de los cables (en negro en línea de trazo), pasando así toda su carga. (Fig. 4)

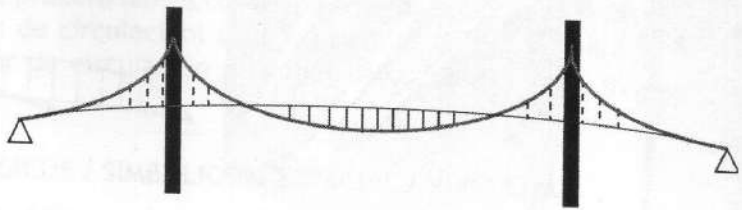
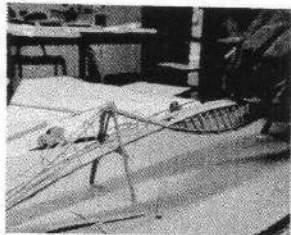
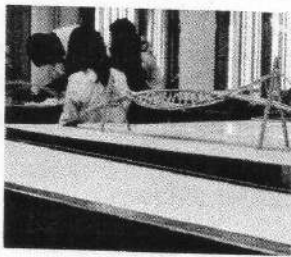


Fig. 4: Fotos y esquema estructural del Puente realizado por el grupo n° 4

## CONCLUSIONES

En cuanto a la experiencia pedagógica, resultó valiosa por la exigencia de integrar en un lapso de tiempo acotado las modalidades de trabajo e ideas del objeto de individuos con diferente tipo de formación y niveles de experiencia. Esto implicó una ruptura con la línea de pensamiento habitual a fin de dar cabida a visiones y requerimientos puestos de manifiesto por los otros integrantes del equipo. Este esfuerzo cognitivo constituyó una interesante modalidad de aprendizaje en situación de diseño. A esta situación intra grupal se sumó la inter grupal y la participación del disertante, lo que facilitó el enriquecimiento mutuo sobre distintas concepciones del proyecto, las que parten de diferentes valoraciones relativas de los campos intervinientes. (Fig. 5)

Por otra parte permitió concluir los siguientes conceptos particulares:

- La estructura forma parte de la arquitectura que diseñamos, de manera que tenemos que acostumbrarnos a pensar que la estructura debe ser tenida en cuenta necesariamente desde el principio.



- No existe el concepto de estructura “óptima” o ideal. Existe, sí, el concepto de que la estructura debe ser coherente con las intenciones de diseño que han “modelado” la arquitectura propuesta.
- La estructura debe diseñarse antes que calcularse <sup>[2]</sup>. Esto quiere decir que primero hay que darle proporciones y dimensiones.
- El aprendizaje de las estructuras, al igual que el del proceso de diseño, “está íntimamente relacionado con la creatividad y con la resolución eficaz de problemas.”<sup>[3]</sup>

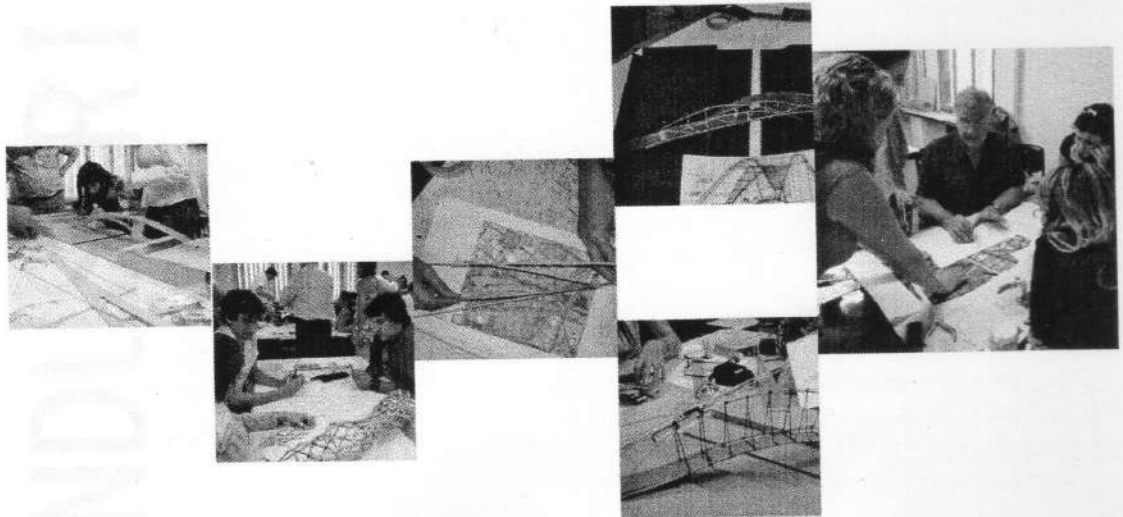


Fig. 5: Fotos del trabajo en el seminario-taller coordinado por el Ing. Wieland

<sup>[2]</sup> Cabe recordar a Pier L. Nervi cuando, llamando “ojo estático” a cierta sensibilidad dimensional necesaria para diseñar estructuras, acotó: “Muy rara vez una estructura que satisfaga a la vista resulta apreciablemente equivocada en sus partes o en el conjunto.” P.L.Nervi. “El lenguaje arquitectónico”. Fac. Arq. UBA. 1951.

<sup>[3]</sup> Fandiño, Lilians (2005) La enseñanza del proceso de diseño, La búsqueda de la caja translúcida en la enseñanza el proceso proyectual. Colección Pedagógica. FAUD-UNC

#### BIBLIOGRAFÍA

Equipo docente de la Cátedra de Estructuras III, “Estructuras III- Mampostería sismorresistente”, FAUD -UNC, (2007.)

Pier L. Nervi. “El lenguaje arquitectónico”. Fac. Arq. UBA. (1951).

Fandiño, Lilians “La enseñanza del proceso de diseño, La búsqueda de la caja translúcida en la enseñanza el proceso proyectual”. Colección Pedagógica. FAUD-UNC (2005)