

## EJERCICIOS DE DISEÑO ESPACIAL APLICANDO CONCEPTOS BÁSICOS DE ESTRUCTURA Y MATERIALIDAD

Eje 1: Innovación en sistemas constructivos/estructurales

**Arq. Armelini Griselda<sup>1</sup>**

**Arq. Aranguiz Natalia<sup>2</sup>**

**Arq. Gutiérrez Garigliano M. Raquel<sup>3</sup>**

**Arq. Maidana Alberto<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.  
gris\_uno@msn.com

<sup>2</sup> Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.  
arq.aranguiz@gmail.com

<sup>3</sup> Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina  
raque\_gutierrez@hotmail.com

<sup>4</sup> Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina  
amaidana@fadu.unl.edu.ar

### RESUMEN

El objetivo general es la interpretación de las variables constructivas, como así también la aplicación de dispositivos alternativos en el diseño de envolventes espaciales.

Se promueve como estrategia la realización del trabajo práctico en equipos: donde cada participante aporta un punto de vista, posibilitando intercambio de experiencias y conocimientos, favoreciendo el proceso de aprendizaje (es más ameno entre pares).

De esta manera los alumnos y docentes, el lenguaje y las herramientas contribuyen al proceso del conocimiento, construyendo cada individuo sus saberes

El Trabajo Práctico “Estructura y Materialidad”, está pensado en función de abordar la materialidad objetual, tomando la trilogía básica: función / forma / tecnología, plantea la resolución de una envolvente espacial, diseñada por los alumnos, haciendo hincapié en la definición de la estructura y el cerramiento. La presentación del trabajo se realiza con una maqueta analógica y planimetría básica que permite la representación espacial en dos dimensiones.

Como requerimiento, en la maqueta debe resolverse la estructura de cada uno de los elementos que intervienen en el esqueleto estructural y los cerramientos deben ser desmontables.



Supone, además, cierta visión integral del recorte de contenidos tecnológicos de la carrera, identificando sus aspectos esenciales, desarrollando, experimentando e investigando sobre los principios que lo fundamentan

Por ello es que se destaca la adquisición de aptitudes para el razonamiento lógico-formal, que posibilite el ingreso al campo de la abstracción científica, de un vocabulario pertinente que le permita acceder a los códigos de comunicación disciplinares, de capacidades para operar a nivel propositivo como modo de abordar los conocimientos ciertos y de información sobre el vasto campo de las ciencias y disciplinas que se requieren para autorregular los futuros procesos formativos.

Como objetivo general el trabajo práctico pretende que el alumno realice la transferencia de los contenidos teóricos a la práctica, conceptualizando y dando sentido a los conocimientos específicos de la asignatura en función de enriquecer el proceso de Diseño Arquitectónico.

Esta mirada, implica entender a la tecnología, como una parte fundamental en la formación del futuro profesional, contextualizando la actividad práctica en el marco de la trilogía de componentes que definen al diseño: Forma / Función / Tecnología.

## **PALABRAS CLAVES: DISEÑO - TECNOLOGÍA - ESTRUCTURA - ENVOLVENTE**

### **1. INTRODUCCIÓN**

Esta ponencia se corresponde con el desarrollo del trabajo práctico "Estructura y Materialidad" que forma parte de la planificación de actividades prácticas de la materia Introducción a la Tecnología de la carrera de Arquitectura de FADU – UNL. Esta asignatura pertenece al Área de Tecnología, en la cual los contenidos se van abordando de manera espiralada de acuerdo a los distintos niveles de la carrera. Así, los del primer cuatrimestre de primer año en el Módulo Tecnología y Diseño del Taller Introductorio (común a las carreras de Arquitectura, Lic. en Diseño de la Comunicación Visual y Lic. en Diseño Industrial), tienen continuidad de modo creciente en el desarrollo de Introducción a la Tecnología, dictada en el segundo cuatrimestre, ya específicamente para la carrera de Arquitectura. Los contenidos que aborda esta asignatura son pertinentes al Ciclo Básico de Formación, anticipando los teóricos y las prácticas que serán emprendidas por las asignaturas Sistemas Estructurales I y Construcciones I, pertenecientes a la misma área (Tecnología) pero del siguiente Nivel de la Carrera.

Así, la propuesta presentada es la primera actividad práctica sobre estructuras, en el primer año de la carrera de Arquitectura. El tipo de actividad pensada para estos trabajos es analítica y propositiva, tratando de estimular en los alumnos el concepto estructural como una de las partes fundamentales que intervienen en el diseño de las formas arquitectónicas.

### **2. DESARROLLO**

#### **2.1 OBJETIVOS**

La actividad que se propone propicia un rol activo del alumno en el proceso de enseñanza-aprendizaje y una comprensión más profunda de los contenidos. Al respecto, los objetivos que se persiguen con este trabajo práctico son:



### GENERALES:

- Interpretar las variables constructivas, como así también la aplicación de dispositivos alternativos en el diseño de envolventes espaciales.
- Identificar los diferentes sistemas estructurales, evaluar el comportamiento de los mismos en relación a los esfuerzos a que son sometidos y aplicar estos conocimientos al proceso de diseño.

### PARTICULAR:

- Elaborar una propuesta de materialización aplicada al diseño de un espacio de mediana escala y complejidad, localizando e identificando a los componentes estructurales y de cerramientos.

## 2.2 CONTENIDOS

El trabajo práctico, está pensado en función de abordar la materialidad del objeto retomando la trilogía básica: función / forma / técnica. Específicamente, plantea la resolución de una envolvente espacial, diseñada por los alumnos, haciendo hincapié en la definición de la estructura y el cerramiento. Es por ello que entran en juego conocimientos propios de la asignatura "Introducción a la Tecnología" tales como:

- La **función estructural**. Carácter instrumental de la estructura en la Arquitectura. Los sistemas estructurales: clasificaciones. La expresividad de las soluciones estructurales.
- **Acciones** sobre la construcción: nociones de su comportamiento estructural. Las **solicitaciones** simples: tracción, compresión, corte y flexión.
- Los **materiales** utilizados en las estructuras. Su pertinencia y su expresividad. Nociones sobre resistencia específica
- Los **cerramientos**. Su clasificación según disposición y función.

Además, a partir de lo propuesto, los alumnos deben aplicar lógicas de generación de la forma trabajando con los elementos fundamentales de generatriz y directriz.

La generación de la forma se produce por el movimiento de distintos elementos, los básicos son el punto, la línea y el plano. Estos elementos son la generatriz, que a causa de su movimiento (traslación o rotación) produce la forma resultante. Cuando se trata de punto o línea origina dos dimensiones (ancho y altura), y cuando interviene el plano o superficie aparece la tercera dimensión (profundidad) generando un volumen. Mientras tanto, la directriz es la que marca o determina las condiciones para que se genere una nueva forma, que también dependerá de si la traslación o rotación de la generatriz es continua o discontinua (Fig. 1).

Mediante estos elementos el alumno puede diseñar formalmente el objeto arquitectónico y a la vez concebir la estructura principal y secundaria del mismo.



Fig. 1 - Generación de la Forma

De acuerdo sean las características geométricas de la generatriz y directriz se puede llegar a distintas soluciones estructurales:

- Generatriz Lineal + Directriz de Eje recto: Tensor, Columna, Pilar, Viga, Pórtico
- Generatriz Lineal + Directriz de Eje Curvo: Cable funicular a tracción, Arco
- Generatriz Superficial + Directriz de Eje recto: Losas, Muros, Vigas de gran altura, Reticulados planos.
- Generatriz Superficial + Directriz de Eje Curvo: Membranas, Cáscaras o láminas, Bóvedas
- Tridimensional: Cúpulas, Estéreo estructuras, Reticulados tridimensionales, Plegados (Fig. 2 y 3)

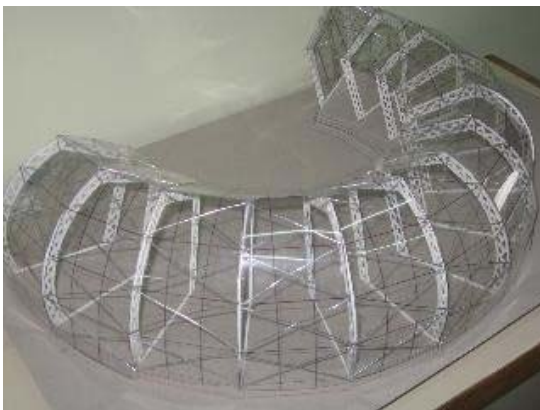


Fig. 2 - Generación de la Forma



Fig. 3 - Maqueta1 proceso

Así, la generatriz será el elemento fundamental a partir del cual, siguiendo una directriz mediante traslación o rotación, se configurará el espacio que responde a lo solicitado; definiendo diversos sistemas estructurales y materializando la envolvente de manera tal que jerarquizará la estructura planteada.



A partir de la propuesta generada por los alumnos, se retoma el trabajo desde la asignatura Matemática Básica y se trabajan las diferentes formas diseñadas aplicando fórmulas para su posterior representación y desarrollo de la volumetría, de esta manera se logra una vinculación a partir del mismo trabajo práctico con otras asignaturas.

### 2.3 METODOLOGÍA

La actividad planteada es de carácter grupal, en equipos de tres integrantes. La modalidad propuesta para el desarrollo de la actividad es el del Taller Teórico – Práctico. De esta forma, los alumnos trabajan en clase en constante interacción con sus pares y los docentes. Éstos últimos acompañan a los estudiantes en el proceso aprendizaje, haciendo seguimiento de sus avances y aportando aclaraciones teóricas relacionadas con los conceptos implicados en la actividad. También se plantea que los alumnos desarrollen tareas en gabinete, fuera del tiempo de clases, especialmente para la preparación del modelo final.

La actividad práctica planteada solicita una propuesta de resolución de una envolvente espacial para un ámbito con características de “espacio recinto” de grandes luces, con estructura independiente. En la consecución de este diseño los alumnos deben proponer materialidad y fundamentalmente, la adopción de un tipo estructural, que es el que define la forma del esqueleto estructural.

El recurso al que se apela para la realización de la propuesta por parte de los alumnos es a través del estudio de la generación de la forma. Así, la generatriz y directriz se transforman en instrumentos que posibilitan la creación de la forma y también la conceptualización estructural. Como parte del taller Teórico- Práctico, al explicar el trabajo práctico, los docentes preparamos presentaciones en PowerPoint con ejemplos de maquetas y obras de arquitectura en las que se profundiza el estudio de la generación de la forma volumétrica y su correlativa forma estructural. Dichos ejemplos están en relación a los conceptos estructurales abordados en las clases teóricas, que se fortalecen y se ilustran en las maquetas de estudio.

El trabajo consta de dos etapas. La primera es de índole analítica, cada integrante del grupo buscará antecedentes de una obra de arquitectura con características específicas, indicadas por los docentes, a los fines que les sirva para el desarrollo de la etapa siguiente. A partir de la obra seleccionada los alumnos deberán:

- Identificar claramente la estructura, reconociendo las lógicas de generación geométrica de formas en el espacio (generatriz y directriz) y especificando de qué tipo estructural se trata.
- Reconocer materialidad y resoluciones constructivas de los cerramientos.

El grupo, con el asesoramiento de cada JTP, seleccionará una de las obras y su correspondiente tipología estructural para tomar como referente en el desarrollo de la parte siguiente del trabajo. Esto se presentará en láminas A3 que cada grupo expondrá frente a sus compañeros en una instancia de "enchinchada", justificando su elección y explicando las características materiales y estructurales de la obra seleccionada.

Mientras tanto, la segunda etapa es de carácter proyectual y consiste en el desarrollo de la propuesta de diseño general del edificio, para lo cual se debe cumplir con los siguientes requerimientos:



- El espacio a delimitar tendrá una superficie en planta de 400m<sup>2</sup> (con una tolerancia en más o en menos del 10%),
- Se desarrollará en un único nivel: Planta baja
- El ámbito se resolverá con tipología de Planta Libre, no admitiéndose en el interior del espacio cubierto la presencia de elementos estructurales de soporte vertical.
- La estructura de soporte de la cubierta se resolverá en forma independiente de los cerramientos.
- El volumen del espacio diseñado tendrá forma libre, procurándose para la definición de la forma estructural utilizar los criterios de “generación geométrica de formas en el espacio”.
- La propuesta estructural estará basada en el antecedente seleccionado en la 1º etapa.
- Se deberán diseñar adecuadamente todos los cerramientos del edificio con sus correspondientes aberturas.

Durante el desarrollo de esta etapa se solicita a los alumnos la realización de maqueta de estudio como parte del proceso de diseño. Luego, la entrega final consiste en la presentación de planimetría y maqueta definitiva, teniendo como requisito que la misma sea analógica. La planimetría debe estar en láminas de 35 cm x 50 cm. y en escala 1:100, y debe dar cuenta de la geometría de la estructura y de los cerramientos, con la precisa identificación y denominación de los materiales y componentes

estructurales. Para ello se solicita la presentación de los siguientes geométrales: una planta general de arquitectura, una planta de estructura, dos cortes y dos vistas. Avanzado el desarrollo de esta etapa proyectual, se plantea una instancia de pre-entrega para un visado general que permita al alumno lograr una entrega final con un buen nivel de completamiento y la menor cantidad de errores.



Fig. 4 - Maqueta 2

Por su parte, la maqueta final debe realizarse en escala 1:75. Como requerimiento, debe resolverse la estructura de cada uno de los elementos que intervienen en el esqueleto, y los cerramientos deben ser desmontables para permitir la visualización y comprobación de la estabilidad del esqueleto estructural (Fig. 4).

Una vez entregados y corregidos los trabajos prácticos se realiza en el aula una clasificación por tableros de las distintas tipologías estructurales trabajadas. Luego se inicia la exposición de los trabajos materializados en maquetas analógicas, en el ámbito de la clase, en la que docentes y alumnos (los autores) explican las lógicas estructurales aplicadas en cada propuesta destacando los aciertos o desaciertos que tuvieron. Algunos ejemplos en las maquetas de las Fig. 5, 6, 7 y 8.

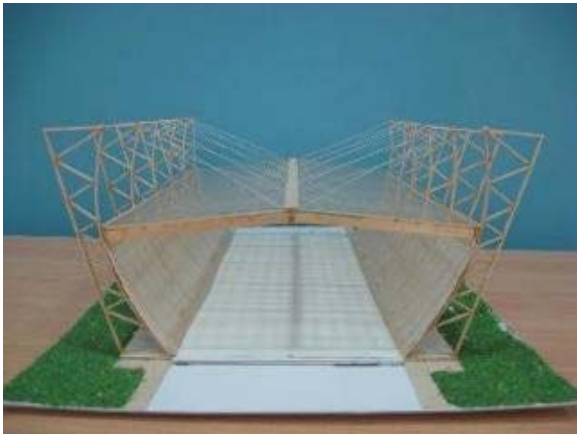


Fig. 5 - Maqueta estructura tensada



Fig. 6 - Maqueta



Fig. 7 - Maqueta estructura

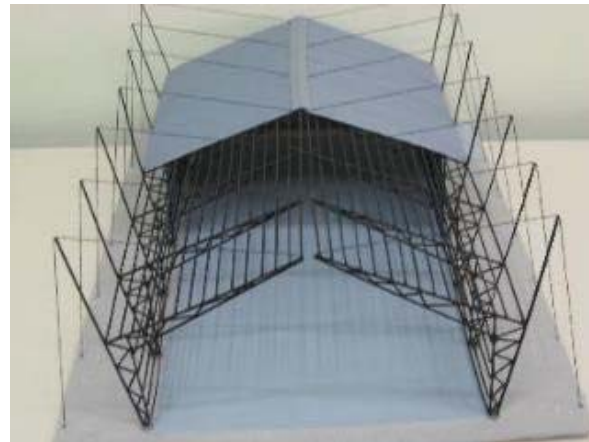


Fig. 8 - Maqueta

## 2.4 JUSTIFICACIÓN

Mediante este trabajo práctico el alumno puede realizar la transferencia de los contenidos teóricos, conceptualizando y dando sentido a los conocimientos específicos de la asignatura en función de enriquecer el proceso de diseño arquitectónico.

El abordaje que aquí se propone implica entender a la Tecnología como una parte fundamental en la formación del futuro Profesional, contextualizando la actividad práctica en el marco de la trilogía de componentes que definen al Diseño: Forma / Función / Tecnología.

La actividad práctica considera una instancia que permite la transferencia de los conocimientos propios de la asignatura a trabajos que promueven el análisis y elaboración de criterios en busca de integración y síntesis.

En cuanto a las habilidades en representación y comunicación de las ideas, se considera que el trabajo en maqueta en sus dos modalidades (de estudio y como presentación del “producto” final), promueve la concepción de la propuesta desde la consideración de la tridimensión. La planimetría básica solicitada se entiende como material necesario que aporta desde una lógica introductoria a la representación.



Es necesario que el alumno cuente con un manejo gráfico adecuado desde el inicio de la carrera, especificando la representación gráfica que va a utilizar desde este primer momento hasta la finalización de la misma en los distintos sistemas estructurales, de modo de adquirir esta destreza y aplicarla de manera sistemática, reconociendo: espesores de líneas, líneas de trazos, cotas, niveles, ejes, proyecciones, etc.

Que obtenga una visión integral de los contenidos tecnológicos de la carrera, identificando sus aspectos esenciales, desarrollando, experimentando e investigando sobre los principios que lo fundamentan.

Que adquiera aptitudes para el razonamiento lógico-formal, que posibilite el ingreso al campo de la abstracción científica, a un vocabulario pertinente que le permita acceder a los códigos de comunicación disciplinares, de capacidades para operar a nivel propositivo como modo de abordar los conocimientos alcanzados y de información sobre el vasto campo de las ciencias y disciplinas que se requieren para autorregular los futuros procesos formativos.

## 2.5 RESULTADOS

La Cátedra evalúa los resultados considerando los siguientes aspectos:

- La correspondencia de la propuesta con los objetivos planteados
- Los criterios compositivos de la organización espacial.
- Los criterios y resultados del sistema estructural adoptado.
- La distribución de los componentes estructurales y de cerramiento.
- La representación de los mismos en la planimetría y en la maqueta.

La apoyatura didáctica de la maqueta, aportó en gran medida al desarrollo del trabajo. En algunos casos, las formas propuestas por los alumnos se simplificaron, pero, de todas formas, estos grupos de primer año lograron acercarse al objetivo del trabajo que es la conceptualización estructural.

Como cierre de la actividad, se realizó una exposición de todas las maquetas en un espacio público de la facultad durante una semana. En la misma se agruparon las distintas propuestas de acuerdo a la tipología estructural a la que respondían. De esta manera se pudo sociabilizar la producción de primer año de Arquitectura con toda la comunidad académica de FADU (Figuras 9, 10, 11, 12, 13 y 14).



Fig. 9 - Muestra



Fig. 10 - Muestra





Fig. 11 - Muestra



Fig. 12 - Muestra



Fig. 13 - Muestra



Fig. 14 - Muestra

### 3. CONCLUSIONES

De acuerdo a las experiencias realizadas en las actividades analizadas en este trabajo y que hacen centro en el aspecto estructural, se puede concluir diciendo que han aportado a la conceptualización estructural, mejorando tanto los procesos como los resultados, los trabajos realizados en 1º Año de la carrera de Arquitectura, aportan favorablemente para el desarrollo de las actividades propuestas para el 2º Año que tienen que ver con la generación de la forma estructural, el reconocimiento de las partes intervinientes en la estructura, el recorrido del camino de las fuerzas, los esfuerzos característicos, los materiales, las formas, la función de la estructura, los cerramientos, etc., promoviendo una interrelación y continuidad entre las asignaturas, generando en el alumno una actitud investigativa, donde puede resolver y profundizar los conocimientos adquiridos desde los nuevos desafíos propuestos.

A partir de este primer acercamiento que los alumnos efectúan hacia las estructuras como recursos fundamental en la generación de espacios recintos, y su vinculación con los esfuerzos que realiza cada uno de los elementos que la compone, se logra que dichas estructuras puedan ser retomadas en Sistemas Estructurales I y llegar a una definición funcional, material, de encuentros, secciones, y equilibrio de la misma, recurriendo a una mayor complejidad en la definición del objeto arquitectónico.



## **BIBLIOGRAFÍA**

Allen, E. (1993). *Como funciona un edificio*. España: Ed. G. Gili.

Díaz Puertas, D. (1980) *Introducción a las estructuras de los edificios. Interpretación gráfico-experimental de su comportamiento*. San Miguel de Tucumán (Argentina). Ed. Summa

Engel, H. (1979) *Sistemas de Estructuras*. España: Ed. Blume

[www.greatbuildings.com](http://www.greatbuildings.com)