

Mesa de trabajo: Estrategias de enseñanza en el taller y en el aula.

Título: La enseñanza de las estructuras en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Los Andes, el divorcio del aula con el taller.

Autor: Argimiro Castillo Gandica.

Departamento de Tecnología de la Construcción, Área estabilidad de las estructuras.

Escuela de Arquitectura.

Palabras clave: estructuras, arquitectura, diseño estructural, diseño arquitectónico, estrategias de enseñanza.

### **Resumen**

La enseñanza de las estructuras en la Arquitectura comprende, en general, la dotación de una serie de herramientas teóricas y prácticas que ayuden y soporten, teórica y físicamente, al diseño arquitectónico. En la actualidad, la escuela de Arquitectura de la ULA mantiene unas estrategias de enseñanza propias de escuelas de Ingeniería Civil, donde mayoritariamente la formación e información está orientada hacia la estimación cuantitativa (numérica) de los parámetros que describen el comportamiento de las estructuras. A través de la experiencia del autor en las materias teóricas de estructuras y en los talleres de diseño arquitectónico, se ha podido constatar que la aplicación de métodos cuantitativos como aproximación al problema de proposición de estructuras dentro del proceso de diseño, ha demostrado ser inadecuada. Muy frecuentemente estas aplicaciones representan en sí mismas, un serio problema que al contrario de ayudar, estancan el proceso de diseño a la espera de una solución asesorada. Las estructuras y su ideación se deben entender como parte del proceso de diseño arquitectónico, pues son diseñadas antes de calculadas formando con la arquitectura un todo indisoluble. En esta ponencia se pretende establecer una discusión sobre la pertinencia de la utilización balanceada entre lo cualitativo y lo cuantitativo en el proceso de diseño de las estructuras, como parte del proceso de diseño arquitectónico. Como aproximación al problema se plantea establecer una comparación entre las expectativas del taller y el ofrecimiento de las asignaturas teóricas de estructuras, para lo cual se analizarán los contenidos y objetivos de los programas de las asignaturas de estructuras y del programa marco de taller de diseño arquitectónico. Preliminarmente se puede afirmar que existen ciertas discrepancias entre las necesidades propuestas en el

programa marco de taller y la oferta de las asignaturas teóricas, en cuanto que no dotan de herramientas teórico-prácticas realmente útiles y adecuadas para su aplicación en el diseño arquitectónico.

### **Introducción**

La escuela de Arquitectura de nuestra Universidad de Los Andes tiene una historia que se aproxima en tiempo al medio siglo, los estudios de Arquitectura se inician en el año 1961, “... como parte de la política de diversificación de la Facultad de Ingeniería.” [Consejo de Facultad, 1985: P. I], utilizando como base de referencia para la elaboración del pensum, los diferentes pensum de los profesionales (Arquitectos) que en ese momento conformaban el cuerpo profesoral (provenientes de la Universidad Central de Venezuela y de la Universidad del Zulia). La evolución de nuestra facultad y sus pensum de estudios tiene varias etapas que han cambiado no sólo la estructura y los contenidos del programa general de la carrera sino también el enfoque dentro del campo del ejercicio profesional del Arquitecto (Perfil del Arquitecto). Tras estas estrategias de cambio, diagnósticos de las situaciones y proyectos académicos se llega a la estructura del actual pensum de estudios producto del “Proyecto Académico, Nuevo plan de estudios de Arquitectura”. En este último documento se enumeran las principales fallas, dificultades, problemas o inconvenientes del plan o programa vigente, entre ellas, una que toca el área de la estabilidad: “... *Un área de conocimiento del plan presenta notorias dificultades a los estudiantes a lo largo de su formación profesional, generando represamiento y a veces sin concatenación con ninguna otra área: (de las 8 materias del área de estabilidad, 6 son materias con índice crítico de repitencia, las cuales se prelan en cadena: Matemáticas I, II y III, Mecánica, Resistencia y Estructuras II) ...*”, [Consejo de Facultad, 1985, P. 15]. Posteriormente, en la aplicación del nuevo plan de estudios basado en este proyecto académico, se redujo la cantidad de asignaturas del área de estabilidad de seis asignaturas (cadena: Física-Mecánica – Resistencia - Estructuras I -Estructuras II - Estructuras III) a tres asignaturas (cadena: Estructuras I- Estructuras II- Estructuras III). Si bien la razón asistió a este cambio, pues la cantidad de horas invertidas en las asignaturas teóricas ocupaba un gran porcentaje del tiempo de dedicación semanal del estudiante (65% del tiempo asignado a la transmisión de conocimientos contra sólo el 35% de dedicación en el

desarrollo), el cambio no fue estudiado, estructurado o adecuado dentro de la filosofía del nuevo pensum, que planteaba: “... *Los profesores de este Departamento [Tecnología] participarán en la conformación de equipos multidisciplinarios en el Taller de Diseño Arquitectónico, y dicha carga será reconocida administrativamente ...*” [Consejo de Facultad, 1985, P. 61]. Esto último, nunca se ha cumplido. En la experiencia del autor, se ha podido corroborar fehacientemente cómo esta interdisciplinariedad no se ha hecho una práctica extendida en los talleres de Diseño Arquitectónico, al menos con el área de Estabilidad del Departamento de Tecnología de la Construcción.

### **Objetivos**

- Detectar y enumerar las necesidades y dificultades que se presentan en la enseñanza de las estructuras en la escuela de Arquitectura ULA.
- Establecer posibles nexos entre las necesidades del “Programa Marco para los Talleres de Diseño Arquitectónico”, y las asignaturas del área de estabilidad de las estructuras.

### **La enseñanza de las Estructuras en la Escuela de Arquitectura ULA.**

La tradición en la enseñanza de las estructuras en la Escuela de Arquitectura ULA, tiene un muy fuerte carácter numérico (cuantitativo) heredado de su nacimiento dentro de una Facultad de Ingeniería. Los programas del área estabilidad de las estructuras han permanecido casi inalterados (en sus contenidos y objetivos) desde su origen como escuela en 1961, así mismo, han permanecido casi inalteradas las estrategias de enseñanza-aprendizaje en el área. El enfoque de las asignaturas está basado en definiciones y representaciones abstractas, propias de las metodologías de análisis y cálculo de las estructuras, y orientado hacia la expresión numérica de los parámetros que describen su comportamiento. Si bien es saludable que ciertas dosis de estas definiciones y representaciones sean impartidas para comprender los fenómenos físicos que se verifican en las estructuras, no son suficientes para el diseño de estructuras dentro del contexto del diseño arquitectónico.

El problema fundamental que se ha logrado detectar consiste en que las asignaturas dedican todos sus contenidos y objetivos a lograr dominar un cúmulo de conocimientos numérico-

cuantitativos, que no consiguen aplicación práctica a la hora de plantear soluciones de diseño arquitectónico. Además, no son lo suficientemente profusos, en cuanto a la variedad de sistemas estudiados como para cubrir las posibles proposiciones de diseño arquitectónico. Con respecto a esto último, Engel (1970) considera que la dificultad mayor para el Arquitecto será alcanzar los conocimientos de estática que lo capaciten para formular y proponer ideas y sistemas estructurales, con el fin de lograr superar esta dificultad, concibe como único medio “... *concentrar el volumen de conocimientos sobre estructuras en un ámbito en el cual pueda ser dominado y abarcado por el Arquitecto...*”, tradicionalmente, para lograr el objetivo se ha enseñado solo “... *la primera parte de lo que constituye un programa concebido por ingenieros y enseñado a ingenieros* [Engel, 1970, P.12]. *Aunque este método puede aportar conocimientos sobre conceptos básicos del comportamiento estructural y dar reglas para calcular las estructuras más simples, no será suficiente para establecer relaciones precisas entre estructuras arquitectónicas y el espacio y la forma arquitectónicas. Podrá dar recetas de cómo analizar un determinado sistema estructural, pero no estimulará la facultad de concebir y desarrollar nuevos sistemas...*” [Engel, 1970, P.12].

Esto implica que si permanece este esquema de enseñanza-aprendizaje en nuestra escuela tendremos, en el mejor de los casos, “... *un ingeniero aficionado, inseguro de sí mismo en materias de proyectos estructurales y con una actitud sobre el tema, mezcla de recelo y de la aversión que acompañan siempre a la ignorancia...*” [Engel, 1970, P. 12].

A través de la experiencia con estudiantes en las asignaturas del área (**Aula**) y en los Talleres de Diseño Arquitectónico (**Taller**) es notable la separación (**Divorcio**) que existe entre los conocimientos y las aplicaciones de éstos en el desarrollo de proyectos arquitectónicos. La concepción general (o mejor dicho, generalizada) es que las estructuras son como el enlucido de las edificaciones (revestimientos y pinturas), pues luego de acabado el diseño arquitectónico se busca, por medio de una asesoría especializada, colocar las estructuras. Esta perversión en la apreciación del proceso de diseño se verifica en la pobreza y la falta de unidad presente en muchos proyectos que se desarrollan en el Taller.

Confinando el problema al aula, es notable cómo los conocimientos de las asignaturas que tienen prelación con las del área de estabilidad son bastante débiles y aportan pocas herramientas necesarias para la comprensión y operatividad plena en el campo de las

estructuras. Luego en estructuras, se estudia una serie (limitada) de sistemas estructurales, que por lo abstracto de la naturaleza del estudio, terminan siendo ejercicios extensos de álgebra y matemáticas donde se pierde la esencia del proceso, no aportando herramientas para resolver problemas reales.

En cuanto al taller, no hay una clara intención de integrar los aspectos estructurales en el diseño arquitectónico, donde muchas de las veces se hace por ignorancia o desconocimiento de dichos aspectos. Es importante que las estructuras, como ideas y sistemas sean dominadas en cierta medida desde el Taller. No como cúmulo de conocimientos que el profesor domina para enseñar a los alumnos, sino como una serie de herramientas prácticas, útiles y adecuadas para resolver problemas de diseño arquitectónico.

En la actualidad, se está planteando un nuevo cambio o reestructuración del programa de la carrera, encargado al Consejo de Escuela de Arquitectura, que para tal fin funge como Comisión Curricular. Una de las estrategias escogidas para aproximarse a una posible solución, ha sido el utilizar el “Programa Marco para los Talleres de Diseño Arquitectónico” [Departamento de Composición Arquitectónica, 2002]. Los primeros resultados han sido la proposición de ajustes en la estructura del pensum vía creación o adecuación de asignaturas que satisfagan las necesidades que surgen del mencionado Programa Marco. Para el área de estabilidad, en ninguna de las discusiones planteadas dentro del seno de la comisión se han planteado cambios de fondo, que además de quitar o poner asignaturas, establezca las bases del proceso de enseñanza-aprendizaje de las estructuras en la Arquitectura. Estamos ante el inminente peligro de cometer nuevamente el error de la aplicación del plan de estudios actual: el cambio será de forma y no de fondo.

### **Programa Marco para los Talleres de Diseño Arquitectónico (PMTDA), necesidades y dificultades**

Se realiza una revisión del PMTDA para detectar las necesidades que este tiene en el área de estabilidad. Primero se enumeran los contenidos generales por Ciclos y luego por los Talleres de Diseño Arquitectónicos dentro de los ciclos.

El PMDTA está organizado en diez semestres y cuatro ciclos. Según se muestra en la Tabla 1, a cada ciclo le corresponden una temática y un objetivo general, existiendo al final de cada uno de los primeros tres ciclos un corte evaluativo. Al situar dentro de cada ciclo y

dentro de los niveles de TDA que lo componen, los contenidos y objetivos generales se tiene una idea más clara de los requerimientos del PMTDA. Esta información se localiza dentro del contexto del flujograma para el pensum actual (Figura 1), se comparan con los contenidos de los programas del área estabilidad y se detectan las siguientes particularidades:

- 1- TDAII: se requiere información y formación sobre los “principios fundamentales de lógica estructural: conceptos de elementos estructurales (losas, vigas, columnas, entre otros). No existe ninguna asignatura anterior o en el bloque de segundo semestre, donde aparezcan estos contenidos o parte de ellos. Es responsabilidad del Taller impartir estos contenidos.
- 2- TDAIII: la “Aplicación de lógica estructural y dimensiones básicas” implica conocimientos con algún grado de detalle de varios sistemas estructurales, e.g. geometría general, localización y naturaleza de los apoyos, localización y naturaleza de los elementos estructurales. Nuevamente, no aparecen en los bloques de semestres anteriores ni en el tercer semestre asignaturas que contengan estos conocimientos, consecuentemente, los mismos son responsabilidad del Taller.
- 3- TDAV: se propone el “diseño estructural y predimensionamiento” dentro de los contenidos del Taller, en este semestre se deben aplicar conocimientos que todavía no han sido impartidos, pues la asignatura Sistemas Estructurales 10 (SE10) es simultánea con el TDAV. Además, tras una revisión del programa de SE10, se verifica que los contenidos son abstractos y cuantitativos, es decir, se proponen las herramientas básicas de análisis estático, con algunos elementos descriptivos de algunos sistemas estructurales básicos. Es importante acotar que en ninguna parte del programa se menciona la palabra “diseño”. Con todo esto, a pesar de existir en el semestre una asignatura simultánea con el taller que contiene (de manera limitada) los conocimientos necesarios a ser “aplicados”, éstos no son adecuados ni prácticos para este fin.
- 4- TDAVII: el planteamiento de “sistemas estructurales avanzados y/o alternativos” requiere de experiencia en el manejo y planteamiento de los diferentes sistemas estructurales existentes. En este caso, dos asignaturas que pertenecen a los dos semestres anteriores (SE10 y SE20) y una simultánea con el Taller (SE30), deben

ser las que aportan los conocimientos necesarios para el objetivo (en el área) del Taller. Los contenidos de los programas de las asignaturas SE20 y SE30, se pueden resumir de la siguiente manera: -SE20- presenta conceptos y estrategias para estimar el estado de esfuerzos internos en los elementos estructurales, la utilización de éstos para su dimensionamiento, la deformación producida por estos esfuerzos internos en los elementos estructurales como punto de partida para estrategias de resolución de estructuras hiper-estáticas, y algunos aspectos sobre predimensionado de cerchas, arcos y fundaciones; -SE30- se presenta información y estrategias para dimensionar elementos estructurales de concreto armado, la deformación de los elementos como parámetro de control de calidad en el dimensionado y otros sistemas de soporte en el mismo material (muros y pórticos), el predimensionado de edificaciones en concreto armado y finalmente elementos de ingeniería sísmica con recomendaciones para el diseño sismorresistente. Se verifica que las asignaturas del área de estabilidad no aportan la experiencia necesaria para el planteamiento de sistemas estructurales avanzados y/o alternativos, pues sus contenidos son eminentemente numéricos (cuantitativos).

En resumen, las particularidades encontradas en la relación del PMTDA con los programas de las asignaturas del área estabilidad, evidencian las dificultades que se presentan en la enseñanza de las estructuras en la escuela de Arquitectura ULA, éstas dificultades (que pueden representar unas conclusiones preliminares) se enumeran a continuación:

- La tradición de la enseñanza de las estructuras en la Escuela de Arquitectura ULA, es propia de una escuela de Ingeniería Civil.
- El proceso de enseñanza se concentra exclusivamente en los aspectos numérico-cuantitativos del análisis y cálculo estructural.
- La cobertura de las asignaturas del área estabilidad es bastante limitada en cuanto a la profusa variedad de sistemas estructurales que existen en la actualidad.
- Se verifica (empíricamente) un **divorcio** entre los contenidos del **Taller** y el **Aula**.
- Las asignaturas del área estabilidad no aportan herramientas prácticas, útiles ni adecuadas, a ser aplicadas en los talleres de diseño arquitectónico.

### Posibles nexos entre el PMTDA y los programas del área de estabilidad.

Al hablar de nexos, se intenta establecer una aproximación conceptual y operativa entre los programas del área estabilidad y el PMTDA, fundamentada en los lineamientos generales de éste último. Se escoge esta alternativa de posible solución por existir un consenso en el enfoque conceptual, los contenidos y la aplicación del PMDTA en la Escuela de Arquitectura ULA.

- Basados en las necesidades detectadas, se puede plantear un ajuste o adecuación de las asignaturas del área de estabilidad y de las asignaturas que la anteceden en la línea de formación (Ciencias Básicas 10 y Ciencias Básicas 20). Tal adecuación no requiere de la creación de nuevas asignaturas ni de la eliminación de las existentes, sino del arreglo interno de los contenidos bajo un enfoque de enseñanza adecuado a una escuela de Arquitectura. En cuanto adecuado, el enfoque se debe orientar hacia un balance entre lo cuantitativo y lo cualitativo del conocimiento de las estructuras.
- Adicionalmente, se podrían plantear el diseño de módulos instruccionales de estructuras a ser impartidos en los distintos niveles de TDA.

Semestres	1, 2 y 3	4, 5 y 6	7 y 8	9 y 10
Ciclos	I	II	III	IV
<b>Nombre</b>	Introducción al diseño arquitectónico	Integración de los sistemas en los edificios	Integración de los sistemas en la ciudad	Conclusión: TEGA
<b>Temática</b>	El proyectar y el edificio	El edificio y los sistemas	Los edificios y la ciudad	La investigación y el proyecto del edificio
<b>Objetivo marco</b>	Adquisición de herramientas y habilidades básicas	Conceptuación del edificio como conjunto de sistemas	Integración sistemática desde un área de investigación	Síntesis del diseño arquitectónico
<b>Contenido General del Ciclo</b>	Sistemas y componentes constructivos de la edificación Principios de lógica estructural	El diseño estructural y predimensionamiento	Sistemas estructurales avanzados y/o alternativos	
<b>Talleres donde aparecen contenidos del área</b>	TD AII y TD AIII	TD A V	TD A VII	
<b>Contenidos del Taller</b>	TD AII: Principios fundamentales de lógica estructural: conceptos de elementos estructurales (losas, vigas, columnas, entre otros) TD AIII: Aplicación de lógica estructural y dimensiones básicas	Sistemas estructurales: el diseño estructural y predimensionamiento	Sistemas estructurales avanzados y/o alternativos	
<b>Objetivos del Taller</b>	Comprender y representar los conceptos expresados en los contenidos	Comprender y representar los conceptos expresados en los contenidos	Comprender y representar los conceptos expresados en los contenidos	
	Corte evaluativo I	Corte evaluativo II	Corte evaluativo III	

Tabla 1: Esquema del PMTDA [Departamento de Composición Arquitectónica, 2002]

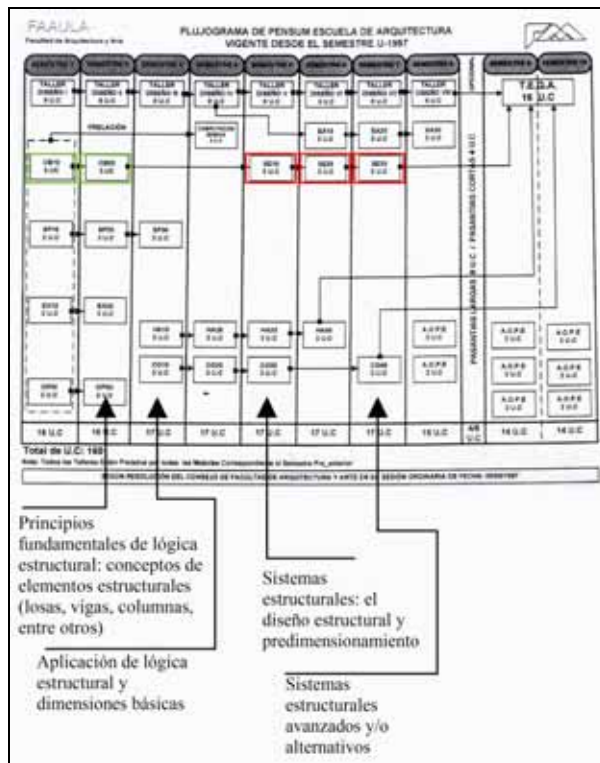


Figura 1: Flujograma de Pensum vigente y contenidos del Taller.

### Bibliografía:

- Consejo de Departamento de Composición Arquitectónica (2002). Programa Marco para los Talleres de Diseño Arquitectónico. Mérida: Departamento de Composición Arquitectónica, Escuela de Arquitectura, Facultad de Arquitectura y Arte, Universidad de Los Andes.
- Consejo de la Facultad (1985). *Proyecto Académico, nuevo plan de estudios de Arquitectura*. Mérida: Facultad de Arquitectura, Universidad de Los Andes.
- Engel H. (1970). *Sistemas de Estructuras*. Madrid: Blume.