

*ENSEÑAR ESTABILIDAD DE LAS  
CONSTRUCCIONES EN LA FACULTAD DE  
ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE  
LA REPUBLICA, MONTEVIDEO,  
URUGUAY*

*ENERO DE 2005*

ARQ. JORGE SCHINCA  
Profesor Titular de Estabilidad de las Construcciones

A casi veinte años de haber realizado una primera reflexión escrita sobre la enseñanza de la asignatura, al finalizar el Asistenciado Honorario en 1986, y pretendiendo haber construido en este lapso una visión sobre el qué, el para qué y el cómo de dicha enseñanza, presento hoy este trabajo. El propósito es que se lo considere discutible y la esperanza es que en esa discusión se abran nuevos caminos superadores a ser transitados por quienes en los próximos años sean los docentes de Estabilidad de las Construcciones.

Plantearse como debe ser la enseñanza de una asignatura dentro de una determinada institución requiere definir su pertinencia, su alcance (desarrollo), cómo organizarla y las estrategias didácticas. Todo para una determinada circunstancia.

Finalmente, no puede faltar en una reflexión de esta índole hacer referencia a la formación de quienes deben conducir los procesos docentes. Formación que debe ir mucho más allá de la fundamentación técnica

Montevideo, enero de 2005

Arq. Jorge Schinca

## *REFERENCIAS*

- ¿Qué camino recorrió la Facultad enseñando Estabilidad de las Construcciones?
- ¿Qué proceso tuvo el pensamiento sobre la enseñanza de la asignatura?
- ¿Qué marco fija hoy la Facultad?

La enseñanza de la temática que sería propia de Estabilidad de las Construcciones constituyendo una asignatura identificada dentro de un plan de estudios se remonta al inicio de la enseñanza de la arquitectura en la Universidad.

El Reglamento General de Enseñanza Secundaria y Superior, que aparece publicado en un tomo sobre Leyes y Reglamentos de la Universidad de la República del año 1916<sup>1</sup> hace referencia en su artículo 15 a los cursos de la Facultad de Matemáticas. En lo que corresponde a la formación del Arquitecto, establece, dentro de un plan de estudios de cuatro años, la existencia en el segundo año de un curso de Estática Racional y Estática Gráfica y en el tercer año uno de Resistencia de Materiales.

La ley del 27 de Noviembre de 1915 que crea a partir de la Facultad de Matemáticas a las de Ingeniería y Arquitectura establece en su artículo 9 que los catedráticos de las asignaturas comunes a los estudios de Ingeniería y Arquitectura dictarán sus cursos a los estudiantes de ambas facultades.

La Facultad de Arquitectura nace aplicando el Plan de Estudios de cinco años vigente en la Facultad de Matemáticas para la formación de Arquitectos. Este Plan fechado en Enero de 1911 contiene en segundo año un curso de Estática Gráfica y uno de Resistencia de Materiales en tercero.

La ley N° 5653 del 22 de marzo de 1918<sup>2</sup> por la cual se determinan los estudios para optar por el título de Arquitecto establece que los mismos durarán cinco años y dentro de las asignaturas a cursarse determina la existencia de: Mecánica Racional y Estática Gráfica y de Mecánica aplicada a las Construcciones (Resistencia de materiales y estabilidad de las construcciones).

El Reglamento General de la Facultad de Arquitectura aprobado el 20 de diciembre de 1927<sup>3</sup> en un plan de diez semestres fija la existencia de dos cursos de Mecánica Racional y Estática Gráfica y cuatro de Mecánica aplicada a las Construcciones (Resistencia de Materiales y Estabilidad de las Construcciones).

El Plan de Estudios aprobado el 28 de diciembre de 1937 contiene cuatro cursos de la asignatura que se denominaban: Estática, Mecánica aplicada a las Construcciones 1, Mecánica aplicada a las Construcciones 2 y Mecánica aplicada a las Construcciones 3 (Curso de Cemento Armado).

Durante estos años la orientación predominante de la asignatura fue dependiente de la visión de ingenieros que trasladaban la enseñanza acorde a una Facultad de Ingeniería, a la de Arquitectura. Cuando no existía una gran calidad en el docente que permitiese realizar el pasaje de la enseñanza a un estudiante con otros intereses, se producían crisis en los cursos.

Hubo sin embargo preocupación por darle a la enseñanza un carácter apropiado a la formación que requería la Facultad a partir de la incorporación de arquitectos a los planteles docentes. Un ejemplo es la actuación del Arq. Carlos E. Schinca<sup>4</sup> quien en el año 1940 se hizo cargo del recién creado curso de Hormigón Armado al cual orientó con una impronta hacia lo constructivo aunque quizá con un excesivo pragmatismo.

---

<sup>1</sup> Universidad de la República, Leyes y Reglamentos – En Biblioteca de Facultad de Arquitectura 378.1 U58 le.

<sup>2</sup> Universidad de la República, Leyes y Decretos Tomo 2 - En Biblioteca de Facultad de Arquitectura 378.1 U58 l.

<sup>3</sup> Facultad de Arquitectura, Reglamento General - En Biblioteca de Facultad de Arquitectura 378 U 58 r.

<sup>4</sup> A pesar de la coincidencia de apellidos no era familiar cercano de quien esto escribe.

Influidos por esta otra visión de la enseñanza actuaron como docentes de la siguiente generación los Arquitectos Vicente Colom, Julio García Mantegazza y Alberto Sayagués que llegaron a ejercer la titularidad de cursos<sup>5</sup>.

Esta línea que comienza a desarrollarse convive con la visión que persiste desde los ingenieros, fundamentalmente la del Ing. Félix de Medina quien, aunque poseía una muy buena calidad expositiva, planteaba una enseñanza apoyada primordialmente en el desarrollo de modelos abstractos y con gran dedicación a la exposición de métodos de evaluación de solicitaciones. El curso de Estabilidad I que dictaba tenía como principal apoyo bibliográfico los apuntes editados por el Centro de Estudiantes de Ingeniería para un curso similar que el mismo Ing. de Medina desarrollaba en esa Facultad<sup>6</sup>.

El cambio profundo que produjo en la enseñanza de la arquitectura el Plan de Estudios de 1952 no afecta a la situación de la asignatura cuya enseñanza continúa casi sin variantes, en esa oportunidad no se reorientan sus programas, sólo se modifica su designación que pasa a ser, común para los cuatro cursos: Estabilidad de las Construcciones. Resulta significativo y muestra un afianzamiento de la búsqueda de un perfil propio el uso de esta denominación que contiene la expresión “de las construcciones” como adjetivante.

A pesar de ello es solamente en el cuarto curso que el tratamiento de los temas se apoya en la materialización del sistema resistente. En los otros, salvo en clases aisladas no se hace referencia a la materialización y su incidencia en la definición formal o la conformación espacial, o a las posibilidades de propuesta que brindan distintos tipos estructurales. Sigue predominando la visión de la enseñanza basada en modelos y razonamientos abstractos provenientes de la ingeniería.

El curso de Estabilidad de las Construcciones IV, orientado hasta 1960 por el Arq. Alberto Sayagués y en el lapso que va de 1961 a 1976 por el Arq. Julio García Mantegazza, tiene cualidades que lo distinguen del resto. Se centra en el estudio del hormigón armado y los temas se derivan del análisis de ejemplos partiendo de la materialidad previo a establecer un esquema de la estructura.

Si bien este curso marca un avance cualitativo importantísimo con respecto a los otros y es muy bien recibido por los estudiantes hoy se podría señalar que metodológicamente no se planteaba con claridad la diferencia entre la realidad y los modelos a los que, sin plantearlos como tales, se estaba recurriendo. Los modelos se confundían entonces con la realidad en una suerte de única interpretación posible y por lo tanto inamovible. Producto de su época, su objetivo era capacitar al estudiante para prescindir del especialista en la vida profesional, con la contradicción de limitarse a desarrollar un sólo tipo estructural como consecuencia de analizar la aplicación de un único material<sup>7</sup>.

En una Facultad que había sido reorientada desde su base y a pesar del cambio de nombre que tuvo la asignatura, la práctica real de la enseñanza indica que se sigue enseñando *Estática Gráfica y Resistencia de Materiales*. En los cursos de Anteproyecto de los Talleres las vigas en planta se representan con una línea y dos cabezas de flecha, en el curso de

---

<sup>5</sup> Vicente Colom fue titular del curso de Estabilidad I a partir de 1970 hasta que, durante la intervención de la Universidad, pasó a ser Secretario docente de los Decanos Interventores Amenedo y Casal Rocco. Julio García Mantegazza fue titular de Estabilidad IV desde 1961 hasta 1990, excepto el período de la Intervención. Alberto Sayagués fue titular de Mecánica aplicada a las Construcciones 3 (Curso de Cemento Armado) del plan 37, luego Estabilidad IV, desde 1948 y también Adjunto de Estabilidad I y III hasta su temprano fallecimiento en 1960 cuando apenas pasaba los cuarenta años de edad. El Salón 10 de la Facultad lleva su nombre.

<sup>6</sup> El Ing. Félix de Medina fue profesor Titular de Estabilidad I y de Estabilidad III desde la década del 40 hasta su fallecimiento en 1970. No obstante su formación supo dar lugar a que en el curso de Estabilidad I se realizaran experiencias innovadoras a cargo de otros docentes que fueron base de cambios posteriores

<sup>7</sup> El nombre común del curso “Hormigón” refleja esta situación señalada. Como ejemplo se anexan resúmenes de los cursos correspondientes a 1965 y 1975 realizados en base a apuntes tomados por estudiantes que los siguieron.

Estabilidad de las Construcciones II (Resistencia en el lenguaje común) se hacen ejercicios para determinar las tensiones que se producen en un sólido compuesto por dos materiales al generarse un cambio de temperatura.<sup>8</sup>

El Plan 52 contiene otras disposiciones que, éstas sí, en el largo plazo tendrán una fuerte repercusión sobre la asignatura: la reformulación de la estructura del Instituto de la Construcción (ICE) y la función coordinadora que le adjudica a los institutos en la enseñanza.

El Departamento de Estabilidad del ICE, orientado por la Arq. Felicia Gilboa con el apoyo del Arq. Hugo Rodríguez Juanotena, comienza a generar un nuevo pensamiento sobre la enseñanza: se realiza la primera edición de "Tablas y ábacos para el proyecto de estructuras", se realiza un cursillo experimental, se producen modelos para ayudar en la exposición de las clases buscando que las explicaciones abandonen el plano de la total abstracción para moverse en el plano de lo semiabstracto<sup>9</sup>. Se empieza a generar masa crítica sobre el enfoque de la enseñanza de la materia.

A mediados de los años sesenta se comienzan a percibir algunos cambios derivados de la acción del Departamento y de la incorporación de nuevos docentes, todos arquitectos, quienes luego de su participación honoraria acceden a cargos de la estructura docente (Arqs. Norberto Cubría, Jorge Di Paula, Haroutun Chamlian, Julio Borthagaray, Luz Bentancor y quien esto escribe).

Estos cambios marcan una inflexión aunque son aún mínimos. Es probable que hoy no se aquilate la importancia de tuvo en su momento que en el curso de Estabilidad de las Construcciones I se comenzara a enseñar cómo se determinan las cargas que luego se harán actuar sobre un esquema o que los esquemas que se ponen a consideración de los estudiantes tuvieran alguna vinculación formal con obras de arquitectura. Primeros vínculos, tímidos vistos, de la temática de los cursos con la materialización, todavía no con el diseño.

El estudiante sigue ejercitándose en modelos abstractos y es sobre su dominio que se producen las evaluaciones<sup>10</sup>.

En toda esta etapa de la enseñanza, que se mantiene hasta 1970 se puede decir que, si bien se es conciente de su necesidad, aún se está balbuceando una reorientación de la asignatura para hacerla más pertinente a la enseñanza dentro de una Facultad de Arquitectura y que sigue predominando una enseñanza abstracta que privilegia la exposición de los modelos de cálculo como respuesta al qué se debe enseñar, no existiendo prácticamente referencia al diseño.

En 1970 se produce un hecho que resultará decisivo para la orientación de la asignatura. Por primera vez en la historia de la Facultad los cuatro cursos quedan bajo la responsabilidad de cuatro arquitectos<sup>11</sup>: Vicente Colom grado 5 de Estabilidad I, Roberto Schiavo grado 3 de Estabilidad II, Felicia Gilboa grado 5 de Estabilidad III y Julio García Mantegazza grado 5 de Estabilidad IV. A este hecho inédito se agrega que todo el resto del personal docente, incluyendo Asistentes Honorarios, son también arquitectos.

---

<sup>8</sup> Se anexan los enunciados de examen que me tocaron en suerte en mis exámenes entre el verano de 1962-63 y el de 1966.

<sup>9</sup> Son de esta época los modelos de visualización de la Inestabilidad Elástica. Otras publicaciones del ICE: Modelos y Experiencias, Tesis sobre la enseñanza de Estabilidad y Tesis sobre la enseñanza de Estabilidad III ambas de la Arq. F. Gilboa.

<sup>10</sup> Es notorio el predominio de la enseñanza de métodos de determinación de solicitaciones, si bien comienzan a aparecer verificaciones de secciones estas son presentadas al estudiante sin ninguna justificación.

<sup>11</sup> En ese año el Consejo no reelige al Ing. Félix Mila, Titular de Estabilidad II y en octubre de ese año fallece el Ing. Félix de Medina, Titular de Estabilidad I y III.

Se genera en ese momento la oportunidad de rediscutir toda la asignatura y se solicita al Consejo, que así lo resuelve, realizar una experiencia conjunta dirigida por los cuatro responsables de curso en el curso de Estabilidad II. Esta experiencia reflejará la nueva orientación que se le pretende dar a la asignatura<sup>12</sup>.

Paralelamente se redactan nuevos programas en los cuales se vincula la secuencia de los cursos al avance que el estudiante hará simultáneamente en su formación dentro del Taller de Anteproyecto pretendiéndose que, cuando el estudiante realice el trabajo de síntesis que implica un anteproyecto se apropie de los conocimientos de la asignatura y los convierta en una coordenada para su diseño. Es un gran avance para la asignatura contar con programas coordinados en forma de secuencia con una visión concéntrica de los temas.

En este proceso prevalecen las ideas del Arq. Julio García Mantegazza sobre la forma de entender la asignatura, cuenta con el apoyo del Departamento de Estabilidad del ICE, el resto del cuerpo docente va haciendo acuerdos con mayor o menor convicción. Los programas redactados constituyeron una base firme para realizar la transformación de la asignatura.<sup>13</sup>

Fueron programas muy avanzados para su época, tanto por su contenido como por la propuesta didáctica que significaban. Por primera vez un programa no era sólo el desarrollo temático. Además de una introducción doctrinal común, cada uno de los “Guiones de curso” estaba precedido por una exposición de objetivos y la ubicación del curso dentro de la asignatura y en relación con los cursos de anteproyecto.

Se propicia que los temas deriven de las necesidades que surgen al estudiar ejemplos. Estos ejemplos serán *“problemas reales de arquitectura”* y se los presentará *“tendiendo a una captación global del mismo”*.

En la redacción de la introducción (Introito) existen dos afirmaciones que deben ser leídas dentro de su contexto temporal para ser bien entendidas. Cuando se dice:

*“Se recurre ahora a la teoría sólo en lo necesario en cuanto pueda aportarnos un instrumento técnico para solucionar los problemas que presente el tema.”*

no se debe entender que se propiciaba una enseñanza pragmática sin fundamentación, sino que se está expresando una reacción a una enseñanza que primero exponía un problema teórico y luego buscaba en que aplicarlo. En el mismo sentido se dice luego:

*“Se elimina, también, la clásica división en clases teóricas y prácticas, entendiéndose la enseñanza como una acción única dirigida a trabajar alrededor del tema de arquitectura tomado como centro de interés, de modo que, en lugar de simplemente informar, tratar de estimular las facultades de observación, de adiestrar el raciocinio y sensibilizar al alumno frente a la problemática, de modo de obtener una enseñanza formativa que induzca a la creación en Arquitectura.”*

Estos programas participan de la concepción predominante en su época referente a la independencia de la actividad profesional del arquitecto de cualquier otro profesional y en consecuencia se le debe entrenar para dominar la definición de todos los aspectos que se

---

<sup>12</sup> Por resolución del Consejo del 25 de marzo de 1971, se toma a este curso para realizar la experiencia porque es el único que no tiene designado a un Profesor Titular ya que el Arq. Schiavo en esta instancia es renuente a presentarse al llamado del cargo vacante por la no reelección del Ing. Mila, luego aspirará y será designado en el cargo aunque no se encargará del dictado del curso que queda en manos del Arq. H. Chamlian desde 1973.

<sup>13</sup> Paradojalmente se elevan a consideración del Consejo los programas de los tres primeros cursos y nunca se contó con la redacción del de Estabilidad IV curso que era dictado bajo la responsabilidad directa del Arq. García Mantegazza que fuera el ideólogo de la transformación. Se anexa el documento: Reorganización de los cursos de Estabilidad de las Construcciones I a IV. (Programas de 1971)

integran en el proyecto<sup>14</sup>. Algunos sectores de la Facultad que no participan de esta idea comienzan a señalar la hipertrofia en los contenidos de los programas a que conlleva esta postura.

El curso que sufre en este momento la transformación más importante es el de Estabilidad II. Bajo la dirección del Arq. García Mantegazza, quien pasa a encargarse por dos años del dictado del mismo, se busca incorporar conocimientos que permitan al estudiante “verificar las formas (ante) proyectadas”.

Los otros cursos apenas lograron comenzar un proceso de ajuste temático. Fueron sólo dos años de aplicación de los nuevos programas hasta la intervención de la Universidad por el poder dictatorial. Debido a la expulsión de un alto número de docentes de la Facultad el proceso de cambio queda trunco cuando aún no había aún generado resultados.

Durante los doce años de intervención la enseñanza de la asignatura no puede sustraerse del proceso general del deterioro producido en la Universidad. Los cursos no evolucionan más allá de alguna novedad producida por la incorporación de nuevos conocimientos tecnológicos, cuando en 1985 se produce la reinstitucionalización democrática los programas de los cursos son los mismos que en 1973.

En los años de la Facultad intervenida, no obstante se considerasen vigentes los programas de 1971, nada se hizo por superar la situación anterior a la redacción de los mismos. La excepción fue la reorientación producida en 1971 en el curso de Estabilidad II, pero en este curso tampoco se evolucionó y la situación quedó incambiada durante esos doce años<sup>15</sup>.

El adiestramiento en los modelos de cálculo sigue siendo el objetivo real de los cursos esto se expresa con claridad ya que constituye lo que el estudiante siente que importa al ser evaluado. La dimensión constructiva no parece estar presente por lo menos en los tres primeros cursos y menos el diseño salvo que por diseño se entienda la verificación dimensional de secciones.

La vuelta a la democracia significó el proceso inverso al de doce años antes, se reincorporan los docentes excluidos. Cambian las titularidades de Estabilidad I, III y IV y se tiene la posibilidad de contar con aportes que vienen de experiencias docentes en otros medios y de la intensa actividad profesional desarrollada por los docentes reincorporados<sup>16</sup>.

En el curso de Estabilidad I la Arq. Gilboa<sup>17</sup> incorpora un aporte metodológico transformador al plantear el desarrollo de los temas a partir de una serie de modelos que se aplican al análisis del sistema estructural en tanto objeto material complejo. El estudio de los tipos estructurales abordados, parte de su identificación como sistema resistente de una construcción y se procura que el estudiante capte las posibilidades de expresión que le permiten.

El curso de Estabilidad III se reorienta, comenzando a centrarse en el estudio a nivel proyecto de unidades funcionales estructurales que se extraen de ejemplos de la actividad profesional.

---

<sup>14</sup> En la introducción se define el enfoque del cuarto curso diciendo que: a nivel proyecto, que permita una puesta a punto de los conceptos y conocimientos anteriores, con suficiente ajuste para que el estudiante pueda encarar con total solvencia y dominio su Proyecto (Carpeta), así como su ya próxima actuación profesional.

<sup>15</sup> Como muestra se anexan enunciados de exámenes del curso de Estabilidad III de la época.

<sup>16</sup> La Arq. Felicia Gilboa es designada Titular de Estabilidad I y retoma la titularidad de Estabilidad III para la que había sido designada en 1970. El Arq. Julio García Mantegazza se reincorpora a la titularidad de Estabilidad IV pero no la ejerce en los dos primeros años, 1985 y 1986. En ese periodo, el curso es orientado y dictado por el Arq. Norberto Cubría.

<sup>17</sup> De los docentes reincorporados la única que había continuado ejerciendo la docencia fue la Arq. Gilboa que participó de experiencias docentes innovadoras en La Escuela de Arquitectura de Estrasburgo (Francia), y también desarrolló la docencia en los Cursos de Arquitectura de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Angola.

En los dos primeros años lectivos se plantean dentro del curso de Estabilidad IV, a iniciativa de quien lo dirige, el Arq. Norberto Cubría, una ejercitación de diseño de estructuras que provoca un alto interés en los estudiantes<sup>18</sup>.

Se redefine el término Estabilidad despegándolo del equilibrio estático para asociarlo a la materialidad. El edificio será un objeto estable si su sistema estructural está conformado con la materia adecuada, en las cantidades necesarias y atendiendo a las coordenadas del diseño.

Los años 1985 y 1986 son de discusión dentro del cuerpo docente sobre cuales deben ser los objetivos de los cursos, sobre cual es el fin de la enseñanza de la asignatura, sobre cual debe ser el alcance de los conocimientos. Dentro de un clima muy especial de trabajo y discusión, tratando de recuperar el nivel técnico de la Facultad se realiza una serie de reuniones que tratan sobre el contenido y el objetivo de la asignatura.<sup>19</sup>

Un importante punto de discordancia es si el arquitecto debe ser o no capaz de poseer las habilidades necesarias para realizar un proyecto de estructura. No existe acuerdo en asumir que el arquitecto en su práctica profesional real se apoya en un especialista para casos de complejidad mediana o alta, es decir los que van más allá de resolver una vivienda individual de formas simples.

Una parte importante del cuerpo docente, seguramente mayoritaria, mantiene la concepción de la actividad profesional del arquitecto desarrollada sin apoyo de especialistas, aún en contradicción con su propia práctica profesional de asesores especializados.

La discrepancia en este aspecto y la imposibilidad de generar un trabajo en equipo, no permiten la generación de acuerdos, los cursos pierden coordinación y se producen competencias que solamente desorientan al estudiante y ponen en cuestión, dentro de la Facultad, la validez de la asignatura.

Si bien todos los docentes aceptan, remitiéndose a los programas de 1971, que la visión de la asignatura debe darse desde la arquitectura y se realizan importantes aportes metodológicos, la posibilidad de lograr mejoras en la enseñanza se encuentra mediatizada por las discrepancias. En la práctica docente real de todos los cursos predomina la tendencia a que el estudiante se centre en ejercitar habilidades que son propias de un ejercicio profesional en el campo del proyecto de las estructuras<sup>20</sup>.

Paralelamente la Facultad discute la actualización del Plan de Estudios y en ese proceso aparecen críticas señalando que existe hipertrofia en el desarrollo de la asignatura<sup>21</sup>.

La asimilación de estas críticas, que tienen distinto grado de aceptación dentro del cuerpo docente, junto con la disminución de horas de clase que significó la semestralización de los cursos resuelta en el año 1996 por el Consejo de la Facultad (se pasa de 525 a 384 horas), produjeron la necesidad de ajustes que se expresan en el llamado programa coordinado de 1996<sup>22</sup>.

---

<sup>18</sup> En los corredores de Facultad se comentaba: "Cubría hace pensar" como contraposición a una enseñanza muy mecánica centrada en ejercicios de aplicación de métodos de cálculo.

<sup>19</sup> Lamentablemente no se llevaban registros escritos de las reuniones.

<sup>20</sup> El hipertratamiento que se hace de los temas losas y pilares en el curso de Estabilidad III en los cursos 1986 y 1987 es un ejemplo claro de esta situación.

<sup>21</sup> En una ocasión se exhibieron en una reunión del Claustro enunciados de exámenes que se señalaron como desubicados y se pretendió ridiculizar la enseñanza de la asignatura reduciéndola a lo que expresaban esos enunciados.

<sup>22</sup> Se anexa la introducción a los programas coordinados de 1996.

La redacción de estos nuevos programas se logra luego de una serie de reuniones, entre 1994 y 1996, de las que participan fundamentalmente los cuatro Profesores Titulares<sup>23</sup>. El acuerdo logrado se expresa en la redacción de una introducción general sobre el objetivo general del área tecnológica y sobre el de la asignatura y en cuatro programas que son redactados, con independencia, por cada uno de los responsables de curso.

La redacción que se le da al objetivo es la siguiente:

*“El objetivo de la asignatura Estabilidad de las Construcciones será el de capacitar al estudiante y futuro arquitecto a:*

*- Comprender que el diseño estructural interviene en la limitación y caracterización espacial y en la definición formal de su proyecto.*

*- La resolución del diseño estructural con comprensión del funcionamiento de la solución adoptada, pudiéndose llegar en determinados casos a la verificación (proyecto) de la misma.*

*- Poseer una metodología y una base de conocimientos sólida para estudiar o crear nuevas estructuras frente a nuevas ofertas tecnológicas.*

*- Ser capaz de realizar una dirección de obra con conocimiento cabal de los fundamentos que sustentan la solución adoptada.”*

A los efectos de generar el acuerdo, se eliminó la propuesta que hacía referencia expresa, dentro de los objetivos, al diálogo con especialistas, si bien indirectamente se reconoce su necesidad ya que en el segundo objetivo planteado se dice que solamente en algunos casos se llegará al proyecto de la estructura.

Es claro que ya no se pretende formar a un arquitecto capaz de actuar independientemente como proyectista de estructuras. Los objetivos hacen referencia al diseño, a la invención y a la dirección de obra, tareas para las cuales el rigor en los fundamentos del análisis estructural debe existir pero no así la generación de habilidades operativas necesarias para el proyecto de estructuras.

El análisis de los objetivos particulares de cada curso permite apreciar diferencias. Si se procede con sutileza se advierten apartamientos de lo expresado como objetivo general.<sup>24</sup>

Se puede decir que existe el acuerdo formal en los objetivos pero que hace falta su verificación en la enseñanza real.

---

<sup>23</sup> Los cuatro Profesores Titulares son en 1996 los arquitectos: F.Gilboa (Estabilidad I), H.Chamlian (Estabilidad II), J.Schinca (Estabilidad III), J.García Mantegazza, luego W.Spinelli (Estabilidad IV).

<sup>24</sup> Entre los objetivos del curso de Estabilidad II se dice: “Los estudios de los antecedentes, de las hipótesis, de los desarrollos teóricos que sustentan las aplicaciones concretas se cumplen con el objetivo estricto de ser justificaciones que llevan a la aplicación en la práctica de cada tema particular, y no como desarrollos válidos en sí mismos”..... “Entendemos sumamente necesario, en una formación universitaria, indicar las hipótesis y desarrollos que conducen a las expresiones que se utilizan frecuentemente en la práctica de los distintos temas. Dentro de la asignatura ello es conveniente realizarlo, con mayor énfasis, en el ciclo analítico (al cual pertenece Estabilidad II), para una mejor formación del futuro profesional, y evitar una aplicación mecánica que puede conducir a errores importantes”..... La utilización de las computadoras en el estudio de las estructuras debe realizarse con un conocimiento mayor de los fundamentos e hipótesis del Análisis Estructural, no sólo para la elaboración “casera” de programas, sino para la aplicación de software ya elaborados.

Entre los objetivos del curso de estabilidad IV de dice: Ubicado en el último tramo de la carrera, Ciclo sintético según el Plan de Estudios vigente, el Curso trata de complementarse con sus paralelos: Practicantado y Proyecto (“Carpeta”), enfocando ya con un criterio profesional el estudio integral y definición precisa de la estructura adecuada a cada tema, pero no como un problema de cálculo matemático solamente, sino como un problema de diseño que define un espacio con una construcción estable y duradera, considerando la correlación e incidencia de las instalaciones, materiales, mano de obra, procedimientos constructivos, factores económicos, etc.....Sobre la base de pocos temas, pero de distintas escalas arquitectónicas, se encara así la estructura desde su diseño hasta su expresión final destinada a la obra, utilizando todo el instrumental que proporcionan los conocimientos adquiridos en los anteriores cursos del área e inclusive Talleres.

Los subrayados, que corren por cuenta del autor, se están refiriendo al desarrollo de habilidades prácticas de cuantificación en el proyecto de estructuras y no a los objetivos generales.

Casi contemporáneo de este cambio de programas es el inicio, en el año 1995, de una experiencia didáctica en el curso de Estabilidad III que incorpora a la ejercitación del estudiante la realización de un anteproyecto de estructura, A la vez se inicia en este curso, un proceso de priorizar el bagaje teórico del estudiante frente a desarrollar habilidades operativas en el manejo de los modelos de cálculo.

Esta forma de plantear la enseñanza de la Estabilidad es muy bien valorada por los estudiantes que tienen la oportunidad real de vincular a la asignatura con procesos de diseño. De alguna forma, aunque leve, esta propuesta influye sobre los otros cursos.

Durante el año 1998, la Asamblea del Claustro solicita al conjunto del cuerpo docente del área tecnológica un informe que defina objetivos y contenidos sumarios de los cursos a efectos de su consideración en la definición de bases para un nuevo Plan. Este documento se constituyó en una de las opiniones más firmes para definir el nuevo Plan, ya que el mismo se elaboró con una excelente participación de los docentes y fue fruto de un importante acuerdo estructurador de la enseñanza del Área Tecnológica.

En lo que respecta a Estabilidad de las Construcciones se aprecia una evolución importante. Se hacen claras referencias a considerar la temática de los cursos desde el punto de vista del diseño y cuando se habla de desarrollos al nivel del proyecto se los vincula a la dirección de obra y no a la solvencia en habilidades necesarias para realizar el proyecto de estructura.

De equivalente importancia es la propuesta de reducir la cantidad de cursos de cuatro a tres. Se acepta que el contenido imprescindible de la asignatura para la formación del arquitecto se puede organizar en tres semestres, sin renunciar para ello al rigor necesario en su tratamiento. Se plantea simultáneamente la existencia de cursos opcionales y la necesidad de coordinar con el curso de práctica Profesional de Obra (Practicantado).

En el año 2003 el Consejo de Facultad en el proceso de reglamentación del ya aprobado Plan 2002 solicitó a todos los cuerpos docentes que dentro de los objetivos ya definidos para la asignatura propusiesen una organización de la misma en cursos y los objetivos y contenidos sumarios de los mismos.

Dentro del documento elevado por el conjunto del Área Tecnológica en agosto de 2003 se proponen para la asignatura Estabilidad de las Construcciones tres cursos estableciéndose que:

*“Los cursos que se proponen dentro de la asignatura Estabilidad de las Construcciones deben propender a sentar las bases que permitan resolver técnicamente la propuesta de organización material responsable de la estabilidad de la obra de arquitectura (estructura) reconociendo el papel de la misma en la resolución formal-espacial y la importancia de su proceso de materialización.*

*Los cursos que pertenecen al primer ciclo del Plan (dos) están referidos a la etapa del anteproyecto. Privilegiarán a través de sus objetivos y contenidos el aprendizaje de habilidades que respalden la resolución formal de los anteproyectos.*

*El tercer curso propuesto, incluido en el segundo ciclo del Plan, está referido a la etapa del proyecto. Privilegiará a través de su objetivo y contenido el aprendizaje de habilidades que respalden el proceso de materialización de la obra.*

*Los tres constituyen un conjunto coherente de profundización creciente en la disciplina.”*

Una vez que el colectivo de la Facultad definió el carácter generalista del título de Arquitecto que otorga, y lauda así sobre cual es la competencia exigible para el arquitecto en el proyecto de estructuras, queda firme el objetivo para la asignatura que la aparta de la falsa idea de formar un seudo especialista.

¿Cómo debe continuar hoy, hacia el futuro, este proceso enmarcado en las directivas fijadas por el Plan de Estudios 2002?

La evolución de la enseñanza de la asignatura deberá recibir los mensajes que provienen de disposiciones existentes dentro del texto del actual Plan de Estudios y su organización. Se pueden señalar:

- El carácter de generalista del egresado  
*“Los egresados de este Plan de Estudios, (que) contarán con una formación generalista y equilibrada de la disciplina.....”* concepto que reafirma dentro de sus Bases Conceptuales *“El carácter de único que se establece para el título de arquitecto se basa en la consideración de que debe ser “un generalista capaz de resolver las potenciales contradicciones entre diversos requerimientos dando forma a las necesidades de entorno construido de los individuos y de la sociedad.” (Congreso de la Unión Internacional de Arquitectos - Barcelona/96).*  
*Esto lleva a plantear una formación integral y equilibrada entre las áreas de conocimiento referidas a la disciplina”.*
- La búsqueda de una formación integrada  
*“Las estructuras académicas y las prácticas pedagógicas y didácticas deben asegurar y promover constantemente la integración de los conocimientos en la estructura del Plan, tanto en sus dimensiones vertical como horizontal.  
El papel integrador de los conocimientos no será atribuido en exclusividad a ninguna instancia en particular ni a una asignatura o cátedra en especial. Siendo una aspiración que recorre todos los componentes del currículum, tendrá sus distintos énfasis de acuerdo con la naturaleza y al grado de complejidad a alcanzar en los diferentes momentos del proceso de enseñanza-aprendizaje.  
Cada área abordará el objeto de estudio de acuerdo con sus especificidades, pero con especial acento en sus puntos de contacto y complementación con las restantes.”*
- Los créditos (carga horaria) establecidos para la asignatura y el número de cursos en los que se organizará,  
*“La asignatura Estabilidad de las Construcciones se organiza en tres cursos, Estabilidad de las Construcciones I (10 créditos, 80 horas) y Estabilidad de las Construcciones II (10 créditos, 80 horas) en el primer ciclo y Estabilidad de las Construcciones III (11 créditos, 80 horas) en el segundo.”*
- El reclamo de procesos de enseñanza que signifiquen el compromiso del estudiante (enseñanza activa).  
*“Se promueve una modalidad de enseñanza donde el estudiante es partícipe directo de una construcción colectiva. En tal sentido se entiende como enseñanza activa aquella que compromete a estudiantes y docentes en la creación, exploración e internalización de saberes contextualizados al tiempo y requerimientos del medio, priorizando el saber aprender y el buscar el conocimiento como herramienta imprescindible de la formación. Los procesos de enseñanza-aprendizaje activos son los más idóneos para la formación del estudiante y se propiciará su aplicación en las diferentes instancias de formación.”*

En resumen se debe estar ubicado con una constante voluntad de innovación que obliga a una permanente revisión, desarrollando la asignatura con rigor, reafirmando un perfil propio de cómo enseñarla dentro de una Facultad de Arquitectura, en 240 horas de cursos<sup>25</sup> y debiendo responder a los enunciados del plan que reclaman una formación integrada y equilibrada.

---

<sup>25</sup> Desde la vigencia del Plan 52 hasta el año 1996 cuando se abandona el dictado anual de cursos el total de horas anuales de la asignatura era de 525 (Estabilidad I 3 horas por semana y las otras tres 6 horas por semana, en total 21 horas por semana que en 25 semanas de cursos dan el total establecido). Al pasarse a la modalidad semestral la asignatura queda con 384 horas (cuatro cursos de 6 horas semanales durante 16 semanas).. El Plan 2002 prevé tres cursos de 5 horas semanales durante 16 semanas.

El irrenunciable rigor de los desarrollos temáticos y las necesarias profundizaciones deben armonizarse con la decisión de formar un arquitecto generalista. Se debe tener presente que no se está formando a un especialista en el proyecto de estructuras y alejarse de producir hipertrofias ajenas al espíritu del Plan.

Para abordar esta nueva etapa de cambios se pueden señalar algunos elementos que siempre han estado presentes en el proceso de evolución de la enseñanza de la asignatura y que serán un importante apoyo.

El primero es que, salvo el período de la actuación de autoridades ilegítimas producto de la dictadura, la búsqueda de mejora en las formas de enseñanza fue constante.

Segundo que siempre se trató de reafirmar un perfil para la enseñanza que fuese apropiado para la Facultad de Arquitectura. Aún en las épocas en que era predominante la visión desde la ingeniería existían reductos en los cuales se tenía la inquietud de buscar un perfil propio en las formas de enseñar y lo que es más importante por procurar el vínculo con la actividad proyectual. Este vínculo que a partir de 1970 se buscó explícitamente, hoy es una exigencia del colectivo expresado a través del Plan 2002

Tercero y quizás la base de todo: desde hace 45 años, en forma ininterrumpida, se desarrolló la política de incentivar la incorporación y formación de nuevas generaciones de docentes a través de la modalidad de Asistentes Honorarios o Estudiantes Colaboradores.

## *PERTINENCIA - ¿QUÉ SE ENSEÑA?*

- ¿A que se refiere la asignatura?
- ¿Cuál es su objeto de estudio?
- ¿El objeto es parte de la arquitectura?
- ¿La importancia y complejidad del mismo justifica que se genere una asignatura para estudiarlo?

La existencia de una asignatura dentro de un plan curricular de una institución de enseñanza significa que su materia de estudio, su objeto de estudio es considerada pertinente dentro de ese plan. Es decir que una vez que resulta identificado ese objeto se ha verificado que pertenece a la disciplina a la que se refiere el plan de estudios y que su relevancia o complejidad son tales como para dar base a una asignatura particular.

El texto del actual Plan de Estudios de la Facultad de Arquitectura para la formación de arquitectos, Plan 2002, establece:

*“El objetivo del Área Tecnológica es formar en los conocimientos necesarios para lograr que la obra arquitectónica en todas sus escalas sea capaz de brindar las prestaciones de confort, estabilidad y durabilidad que se le exigen en un entorno ambiental, socioeconómico y productivo determinado.*

*En su enseñanza se privilegiará la captación de metodologías que permitan visualizar las coordenadas que rigen las decisiones, formando conciencia crítica de las soluciones ofertadas”*

*“El objetivo de Estabilidad de las Construcciones es formar en el conocimiento técnico necesario para el diseño estructural, como parte integral de la obra arquitectónica, en todo su proceso desde el anteproyecto a la ejecución.”*

La Facultad de Arquitectura reconoce la validez de la asignatura Estabilidad de las Construcciones, no solamente al incluirla en la organización del Plan 2002 sino que este plan establece a texto expreso que una obra arquitectónica debe asegurar “prestaciones” de estabilidad. Se puede dar por sentado por lo tanto la aceptación de la validez de su objeto.

No obstante, si bien no parece haber conflicto en el reconocimiento de la necesidad de la asignatura para la formación del arquitecto, resulta imprescindible explicitar y reflexionar sobre su objeto. A partir de su clara definición se podrá desarrollar una docencia coherente y ajustada a los propósitos del Plan.

El contenido temático de la asignatura es formar en los conocimientos necesarios para lograr las condiciones de estabilidad de la obra de arquitectura.

La materia de enseñanza de la asignatura es cómo lograr que una obra de arquitectura, en tanto objeto material, sea estable. Es decir que se mantenga con firmeza y seguridad en el espacio, por un lapso convenido, frente a un conjunto previsible de acciones.

Dentro de la organización material compleja que es una construcción, existe un sistema material destinado a cumplir una función estabilizadora. Este sistema, conjunto ordenado de partes para cumplir un fin determinado, es llamado estructura resistente o sistema estructural resistente del edificio.

En la observación formal de una obra puede ocurrir: que el sistema estructural resistente no aparezca evidente, pero que a poco que se indague en él surge su clara vinculación con la forma <sup>26</sup>, que se haya sacado partido formal de sus componentes <sup>27</sup> o que constituya la forma misma, siendo el elemento casi único de la materialización <sup>28</sup> En todos los casos es reconocible la existencia de una relación dialéctica entre la forma y el sistema estructural resistente.

---

<sup>26</sup> Por ejemplo los edificios de la Facultad de Arquitectura y del Centro Protección de Choferes de Montevideo (Soriano1227).

<sup>27</sup> Por ejemplo el Edificio Aguerrebere (Constituyente).

<sup>28</sup> Por ejemplo el arco de acceso al Balneario Salinas (Ruta Interbalnearia), y la cubierta de tela en la Plaza del Entrevero.

La historia de la arquitectura abunda en ejemplos que muestran esa dialéctica entre los sistemas constructivos, los concomitantes sistemas estructurales resistentes, y las formas resultantes. La arquitectura romana y la fábrica de ladrillo, la fábrica en piedra y las catedrales medioevales, la arquitectura de las exposiciones del siglo XIX y el vidrio y el hierro, el movimiento moderno y el hormigón armado.

El sistema estructural resistente posibilita, a la vez que sugiere un posible lenguaje.

Dentro de la variedad de sistemas estructurales resistentes se presentan y reconocen tipos. Un reconocimiento de tipos y su posterior clasificación se realiza con un fin. En este caso es transformarse en un elemento de apoyo, ordenador de la enseñanza. Las categorías para definir un tipo no están predeterminadas, su propuesta es abierta y debe responder al fin para el que se realiza la clasificación.

Se propone una clasificación tipológica estructural generada a partir del sistema constructivo al que se asocia el sistema resistente. El material, cómo viene elaborado o como se elabora y las reglas constructivas que surgen de su uso lógico pasan a definir el tipo estructural. Estas categorías ponen de manifiesto al definir un tipo las posibilidades de invención dentro del mismo a los efectos de asimilarlo al proceso creativo del arquitecto.

Las ofertas que surgen del conjunto material-tecnología constructiva se constituye en uno de los polos de la relación dialéctica entre invención formal y posibilidades de materialización. Es este el aspecto que importa en la distinción del tipo como tal, la apertura de lenguaje que sugiere para hacer frente a distintos requerimientos en la tarea proyectual del arquitecto.

Luego el análisis estructural establecerá los modelos de estudio del conjunto y de sus partes y llegará a especificar cuanto material se debe disponer y con qué calidad se lo debe elegir.

La clasificación tipológica que se propone es abierta. Variaciones e invenciones de materiales y/o de tecnologías ofrecen oportunidad de lograr nuevas formas, las que a la vez posibilitarán dar respuesta a determinadas necesidades.

Un análisis tipológico con estas bases debería incentivar a la imaginación a partir de un uso novedoso de un material o de una innovación tecnológica.

Un ejemplo de tipo así entendido lo constituyen las obras del Ingeniero Eladio Dieste. Con material cerámico y mortero se pueden generar elementos superficiales que son modelables sobre las directrices que se entiendan convenientes. Es posible con este material aplicado a determinadas formas reducir los plazos de desencofrado. Un encofrado repetitivo y un ajuste formal para lograr la optimización del uso del material y del proceso constructivo acaban generando formas que resuelven la espacialidad con gran calidad.

También son un ejemplo las "Fachwerk" (construcciones entramadas trianguladas) comunes en las zonas boscosas de Alemania y de varias zonas de Europa. La abundancia de la madera, la conveniencia de manejarla en trozos chicos a los efectos de facilitar el transporte generan una propuesta de entramado triangulado adecuado a las posibilidades de unión entre esos trozos y que además da una buena solución a la construcción de los techos inclinados necesarios para hacer frente a las nevadas.

Esta identificación de tipos no es atemporal, se refiere a los usos y conocimientos de un determinado momento o período que plantea como dominantes o emergentes determinadas prácticas tecnológicas.

A partir de la clasificación se puede establecer la necesidad de distintas profundidades en los desarrollos de cada tipo y por consecuencia los tiempos dedicados a su enseñanza. Se privilegiará el tratamiento de algunos tipos sobre otros en consonancia con las exigencias derivadas de la actividad proyectual.

Cualquiera sea la extensión con la que se trate un tipo estructural en un curso, se procederá con rigor, atendiendo al estado del conocimiento que exista en el momento sobre el mismo y se privilegiará la consideración de los aspectos que ayuden a la toma de decisiones en las distintas etapas del trabajo del arquitecto desde las primeras ideas hasta la ejecución de la obra.

El mayor o menor requerimiento de uso de los tipos estructurales irá pautando la necesidad de manejar los distintos modelos de estudio. Sobre algunos tipos solamente se desarrollará el modelo de comportamiento, sobre otros será necesario llegar a considerar todos aquellos modelos que permitan llegar a la definición correspondiente al proyecto de las unidades funcionales estructurales componentes, es decir a poder determinar con precisión las calidades y cantidades de material necesario para conformar las distintas unidades del sistema estructural.

Según sea la necesidad de qué modelos de estudio deban desarrollarse resultará el tiempo dedicado a esos tipos estructurales en los cursos de la asignatura.

Los materiales que intervienen en los distintos tipos estructurales serán conocidos y estudiados en sus propiedades resistentes, pero en igualdad de importancia por las posibilidades morfológicas que permiten, sea en sus presentaciones habituales o en las transformaciones que se puedan lograr por modificaciones tecnológicas. El hormigón armado merece un tratamiento especial dada su altísima preponderancia en el medio para conformar estructuras, en especial en el tipo de entramado.

El sistema estructural resistente en sus distintas variantes tipológicas constituye un objeto complejo que se vincula a una clara disciplina dentro de la tecnología de la arquitectura, Posee innegables vínculos dialécticos con las propuestas formales y espaciales del proyecto. Es aceptable por lo tanto que dé lugar en forma clara a la existencia de una asignatura específica tal como lo reconoce la historia de la enseñanza de la arquitectura dentro de nuestra Universidad y lo reafirma el Plan 2002.

De acuerdo a lo establecido en el Plan 2002 es responsabilidad de la asignatura aportar a la formación del arquitecto en el diseño del sistema estructural resistente, cubriendo todas las etapas de su actuación profesional. Se propone que ese aporte sea a través de generar conocimientos en:

- El comportamiento de los tipos estructurales pertenecientes a una tipología estructural vasta poniendo en evidencia las leyes de generación formal de los distintos tipos.
- Las capacidades y posibilidades resistentes y morfológicas de los materiales estructurales.
- Los fundamentos que posibiliten la opción por un sistema estructural en consonancia con el resto de las coordenadas que se deben tener en cuenta al resolver el proyecto.
- Los fundamentos teóricos que dan base a la definición del proyecto (dimensiones y detalles) del sistema estructural. Entendiendo estas especificaciones del proyecto como directivas para el proceso de construcción.

## *OBJETIVO Y ALCANCE - ¿PARA QUÉ SE ENSEÑA?*

- ¿Qué formación pretende la institución para su egresado?
- ¿Qué papel juega la asignatura en esa formación?
- ¿Cuál es el objetivo que debe cubrir la enseñanza de la asignatura?
- ¿Cuáles son las exigencias de la práctica profesional?
- ¿Qué alcance o qué profundidad corresponde darle a los desarrollos temáticos?

El objetivo de la enseñanza de una asignatura debe ser analizado dentro del marco de los objetivos generales que establece el Plan de Estudios, no puede ser buscado en forma autónoma, pretendiéndolo derivar solamente del hecho de que se reconozca la validez de su objeto.

El actual Plan de Estudios de la Facultad de Arquitectura para la Carrera de Arquitecto (Plan 2002) establece en el capítulo Fines y Cometidos la formación generalista del egresado.

Estabilidad de las Construcciones dentro de un plan que define un egresado con esa característica, nunca se constituirá en una especialización. Aunque que se la haya reconocido como una herramienta pedagógica que posee un objeto de estudio válido y que tiene dentro del conjunto una especificidad suficiente como para independizarse, su enseñanza siempre deberá desarrollarse integrada al todo para coadyuvar desde su especificidad a la formación del arquitecto generalista que deberá *“resolver las potenciales contradicciones entre diversos requerimientos”*.

La asignatura debe plantearse entonces lograr que el arquitecto sea capaz de manejar con solvencia la componente estructural-resistente en las distintas etapas y formas que se reconocen en su trabajo.<sup>29</sup>

En el trabajo del arquitecto se pueden reconocer una serie de etapas que reflejan los cambios de cualidad que se van produciendo en la definición de su propuesta proyectual.

Al principio se manejan diversas prefiguraciones que podrán dar lugar a distintas propuestas. En el análisis de las mismas se van descartando algunas y profundizando otras. Una vez que se ha optado por la que más satisface se la trabaja progresando en el nivel de su definición, llegándose a representaciones de la misma que se parecerán con buena aproximación a lo que será la obra construida. Es el llamado nivel anteproyecto.

El grado de definición del anteproyecto no es sin embargo suficiente para que con él se pueda proceder a la construcción, para ello es necesario aportar definiciones tecnológicas tales como: detalles, memorias, especificaciones particulares de instalaciones y del sistema estructural, etcétera. Este nivel de definición es el llamado proyecto. Llegado a este nivel es posible que con el aporte de un ejecutor se realice la obra, correspondiendo al arquitecto el contralor de la ejecución.

Para que cada una de estas etapas se pueda cumplir sin fracturas con la anterior, en cada una de ellas deben estar en germen los aspectos que ampliará y completará la siguiente.

El desarrollo de la temática de los cursos de Estabilidad de las Construcciones refleja este proceso y debe, como ya se dijo, garantizar el manejo solvente de la componente estructural-resistente en cada etapa. No en todas el término solvencia implica poseer los mismos conocimientos.

En las primeras etapas del trabajo, hasta completar el nivel anteproyecto, se estudian distintas posibilidades de formalización que deberán manifestarse como verosímilmente materializables para que luego las siguientes etapas se desarrollen sin fracturas.

---

<sup>29</sup> Se puede establecer sin ninguna duda que ese conocimiento que se le pide incorporar no es el que se corresponde con formar arquitectos “calculistas” de estructuras ni tampoco el que se corresponde con formar arquitectos “especializados en el diseño” de estructuras. Debe sí contribuir a formar arquitectos que sepan atender dentro de su campo de actividad complejo, a los requerimientos que surgen de la materialización de la arquitectura, en particular a los que se derivan de las condiciones de estabilidad de esa materialización.

La solvencia del arquitecto debe permitirle actuar con independencia y creatividad manejando variedad de propuestas.

Para cumplir con la etapa del proyecto, el arquitecto complementará su trabajo con el de colaboradores especializados en distintas temáticas, estructurales y otras. Esta necesaria colaboración es una derivación del equilibrio necesario en su compleja y amplia formación, equilibrio que determina los tiempos curriculares dedicados a cada área y a cada asignatura. Esta práctica es una comprobación verificable por décadas en la actuación profesional habitual. Cuanto más compleja y poco común sea la solución adoptada más necesaria y potente será la necesidad del especialista.

Recurrir a la colaboración de un especialista no significa para el arquitecto un demérito de su capacidad y no implica su desvinculación del tema. Para lograr que el asesoramiento sea fructífero y que su resultado quede integrado al proyecto, se debe dar un diálogo para el cual el arquitecto deberá contar en su formación con los fundamentos suficientes para hacer valer su visión de conjunto sobre el proyecto.

El trabajo conjunto del arquitecto con el colaborador especializado en la temática estructural resistente tiene una primera etapa en el ajuste del anteproyecto hacia su transformación en proyecto, en esta etapa lo que está en juego es la coordinación entre las formas proyectadas y el predimensionado de la estructura. El dominio de los modelos de comportamiento, de las leyes de generación de los tipos estructurales y de las tensiones que se producen en los materiales es suficiente para que el arquitecto sea solvente en esta etapa del trabajo.

Para analizar las necesidades que plantean el proyecto de la estructura y su posterior materialización, resulta conveniente considerar dos aspectos.

Por un lado la práctica profesional de los arquitectos en su relación con la obra y por otro distinguir entre aquellos tipos estructurales que se pueden calificar como los más habituales y los poco comunes por la escasa frecuencia con que se presentan.

La práctica profesional de los arquitectos en el medio nacional los ha vinculado siempre de forma muy fuerte a los procesos de materialización de la obra. Esto ha exigido en la historia del desarrollo de la profesión que el arquitecto estuviese formado en las tecnologías de la construcción y ha generado una fuerte presencia de la tecnología en los planes de estudio.

Cabe también señalar que la definición de un título único generalista no significa que la práctica profesional sea única sino que se ampara dentro de esa definición a diversas formas de desarrollar dicha práctica<sup>30</sup>.

La realidad del ejercicio profesional determina para la asignatura Estabilidad de las Construcciones la exigencia de proveer al arquitecto de la formación suficiente para poder interpretar, proponer y también innovar en soluciones al nivel proyecto de los tipos estructurales que por pertinentes al medio se transforman en los más habituales. Cumplir con esta condición no significa necesariamente desarrollar en el arquitecto las mismas habilidades que necesita un especialista en el proyecto de estos tipos estructurales.

Para otros tipos menos o poco comunes la formación deberá generar posibilidades y actitudes de profundizar ante la necesidad de su aplicación.

---

<sup>30</sup> En este momento en el medio nacional hay arquitectos, pocos, que se dedican solamente al proyecto, otros, algunos, al proyecto y dirección de obra, los más al proyecto, dirección y gestión en obras pequeñas y medianas. Finalmente, con formación postítulo, algunos desarrollan su actividad en carácter de especialistas, entre ellos especialistas en el proyecto de estructuras.

Pretender una formación con profundidades de desarrollo iguales para todos los tipos estructurales caería en dos posibles extremos inconvenientes.

Si se plantease el estudio de todos los tipos estructurales al nivel de profundización del proyecto se excederían los límites de la formación de un arquitecto generalista y se llegaría a la formación de un arquitecto pluriespecialista.

Si el nivel de profundización de los estudios de todos los tipos estructurales quedase en el manejo de los modelos de comportamiento el arquitecto dejaría de contar con herramientas que, como se ha visto, le serán requeridas en su trabajo profesional vinculado estrechamente a los procesos de obra.

Importa también señalar que la definición del proyecto de una estructura además de precisar el dimensionado de las distintas unidades funcionales estructurales que la componen, se integrará con la resolución de detalles. Estos detalles pueden no ser simplemente una especificación constructiva, es frecuente que en su definición intervenga una cuota importante de diseño en la que debe incidir irrenunciablemente el arquitecto aunque no haya participado en el resto de la definición del proyecto de la estructura.<sup>31</sup>. Para ello, el conocimiento de las tensiones que se producen en los materiales y su capacidad de respuesta, en cualquier tipo estructural, es una herramienta que el arquitecto debe comprender y manejar.

Desarrollando el objetivo general definido en el Plan 2002, buscando dar la solvencia necesaria a los egresados para el desempeño profesional se propone que la formación que debe aportar la asignatura tenga los siguientes objetivos particulares:

- Asegurar el dominio de las leyes de generación y del comportamiento de los distintos tipos estructurales a fin de fundamentar el manejo del lenguaje formal que permiten, ampliando así las posibilidades de creación del arquitecto.
- Dar elementos para que el arquitecto sepa optar por una solución estructural adecuada para su problema y sea capaz de integrarla en la definición del nivel anteproyecto de su propuesta proyectual.
- Profundizar en los sistemas estructurales más habituales para que el arquitecto cuando recurra a un asesor especialista pueda mantener un diálogo fructífero y tenga capacidad de propuesta. El proyecto de la estructura, realizado por quien sea, debe resultar integrado, no solamente coordinado con el proyecto de la obra.
- Posibilitar, para los tipos estructurales más habituales, que el arquitecto pueda dirigir el proceso de ejecución con la solvencia requerida para tomar decisiones sobre la materialización de la solución estructural.
- Brindar la metodología de análisis y los conocimientos básicos para que se puedan generar profundizaciones frente a un caso particular o que sean base de posteriores especializaciones o que puedan llevar al planteo de innovaciones.

Estos objetivos particulares marcan el alcance que debe tener del desarrollo de la temática que se tratará en los distintos cursos.

Como ya ha sido señalado, el mayor o menor desarrollo de una temática no significa menoscabar el rigor de su tratamiento sino que, siguiendo con el planteo de una consideración de los conocimientos propios de la asignatura apoyados en distintos modelos, lo que significa es tratar unos sí y otros no.

---

<sup>31</sup> Los detalles que integran el proyecto no solo se referirán a la disposición de armaduras de un elemento de hormigón armado, piénsese por ejemplo en la realización de un encuentro entre dos elementos de una estructura metálica o en los detalles que se presentan en los encuentros de tensores en el Estadio Olímpico de Munich.

El cumplimiento del primer objetivo exige no solamente estar atento al desarrollo tecnológico propio de la asignatura sino que también y muy especialmente se debe estar atento al desarrollo de los lenguajes que se manejan en la arquitectura. Se deberá saber deslindar en este aspecto lo que es mera moda de lo realmente trascendente.

El segundo objetivo plantea el desafío de revertir, mediante propuestas didácticas atractivas, la pauta cultural de no sentir el anteproyecto de una solución para el sistema estructural resistente como una de las tareas propias del arquitecto.

Los dos objetivos siguientes están obviamente muy vinculados, seguramente los conocimientos necesarios para cumplirlos se desarrollarán de conjunto. Los planteos didácticos que se hagan en búsqueda de satisfacerlo deberán tener claro que no se está buscando la formación de un “proyectista calculista especializado” en esos sistemas sino, y aunque plantearlo resulte reiterativo, la de un arquitecto generalista capaz de llevar a cabo con conocimientos fundados su función de proyectista y/o director de la materialización de la obra.

El último objetivo quizás pueda ser señalado de obvio en una formación universitaria. Sin embargo se considera necesario explicitarlo dentro de un plan que apuesta a la formación permanente:

*“La función social que implica el ejercicio de una profesión lleva a que el egresado universitario esté obligado a una permanente actualización de su saber. Todas las instancias curriculares serán parte de un proceso en el que se conjugue formación e información, en un equilibrio que apostando a la primera, capacite para recabar, seleccionar, interpretar y procesar la segunda.”*

A menudo se ha señalado que en la práctica de los arquitectos ha dejado de ser común el planteo de propuestas de innovación tecnológica. Es probable que esta situación responda a múltiples razones, pero sin duda no es ajena a los mensajes que el estudiante ha recibido en su formación que terminaron devaluando la consideración del estudiante sobre esta área de su formación.

En lo que respecta a la asignatura muchas veces se ha caído en sobreabundar en información, tal vez creyendo que así se estaba formando mejor. Las evaluaciones se hacían en jornadas intensas y extensas y estaban centradas en demostrar mediante aplicaciones el conocimiento de la mayor parte de esa información. La consecuencia fue que el estudiante pasó a considerar el temario de la asignatura como algo ajeno al trabajo del arquitecto y a la vez en exceso complejo.

## *METODOLOGIA - ¿CÓMO SE ENSEÑA?*

- ¿A quién se dirige el proceso de enseñanza?
- ¿Cómo lograr que el estudiante se comprometa con el aprendizaje?
- ¿Cómo debe actuar el docente?

Una metodología de enseñanza debe hacer referencia al objeto que se pretende enseñar, al sujeto hacia quien se dirige el proceso de enseñanza, a los objetivos que se pretenden lograr y a los marcos reglamentarios dentro de los que se desarrolla.

El objeto de enseñanza de Estabilidad de las Construcciones ha sido caracterizado en el segundo capítulo de este trabajo. Corresponde analizar ahora cuales deben ser las formas de presentarlo a la consideración de los estudiantes.

Estos estudiantes, estudiantes de arquitectura, poseen, de acuerdo con observaciones realizadas en una larga experiencia docente, características propias como colectivo en su modo de aprender.

En el Plan de Estudios vigente se establecen dos directivas que se deberán atender en una propuesta metodológica: la integración del conocimiento y la enseñanza activa:

*“El hecho arquitectónico es por naturaleza único, si bien es conveniente y necesaria su disociación para desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esa disociación que no será permanente, es uno de los desafíos de la enseñanza de la arquitectura. Las estructuras académicas y las prácticas pedagógicas y didácticas deben asegurar y promover constantemente la integración de los conocimientos en la estructura del Plan, tanto en sus dimensiones vertical como horizontal.”*

*“Se promueve una modalidad de enseñanza donde el estudiante es partícipe directo de una construcción colectiva. En tal sentido se entiende como enseñanza activa aquella que compromete a estudiantes y docentes en la creación, exploración e internalización de saberes contextualizados al tiempo y requerimientos del medio, priorizando el saber aprender y el buscar el conocimiento como herramienta imprescindible de la formación. Los procesos de enseñanza-aprendizaje activos son los más idóneos para la formación del estudiante y se propiciará su aplicación en las diferentes instancias de formación.”*

A los efectos de construir una metodología adecuada a la asignatura, se plantea desarrollar la siguiente temática:

- Cuales son las condiciones metodológicas de enseñanza que impone el objeto en estudio.
- Cuales son las formas preferentes de captación del conocimiento que tiene el estudiante de arquitectura.
- Cuales son las características que debe tener la metodología de enseñanza para generar empatías en el estudiante de arquitectura.
- Cómo se aplican a la asignatura las directivas del plan sobre enseñanza activa.
- Cuál es el sentido de las clases expositivas frente a grupos numerosos de estudiantes.
- Sobre qué y cómo se debe evaluar al estudiante.
- Cómo se relacionan los cursos y tiempos previstos en el plan con los objetivos de la enseñanza de la asignatura.
- Cuales son los vínculos que se deben reafirmar con otras asignaturas del Plan.

## *Las condiciones metodológicas de enseñanza que impone el objeto en estudio*

El sistema estructural resulta un objeto material complejo que es parte de otro de mayor complejidad. Proyectarlo significa determinar la calidad y la cantidad de materia que se debe disponer para lograr convertir una obra arquitectónica en un objeto estable. Siempre atendiendo a las coordenadas que determinan la integración del sistema estructural a dicha obra.

El proceso necesario para realizar estas especificaciones y luego proceder a la consecuente materialización de la estructura requiere conocer las exigencias a las que va a quedar sometida esa materia y cuales son sus posibilidades de respuesta. Será necesario transitar por conocimientos abstractos, científicos y tecnológicos, de cuya aplicación surgirán directivas que al ser manejadas por quien tiene la responsabilidad de crear la estructura le permitirán arribar a una propuesta para la misma.

Para posibilitar los pasajes entre lo concreto y lo abstracto se hace necesario modelizar tanto exigencias como respuestas, es decir comprender la realidad aplicando herramientas abstractas derivadas de la ciencia.

En el desarrollo de los cursos de la asignatura se requiere recurrir a varios modelos. Un modelo es, al decir de la Prof. Felicia Gilboa: *“la reducción del objeto complejo a otro más simple resaltando determinado aspecto”*.

Previo a analizar el objeto de estudio será necesario representarlo. Se recurrirá a modelos geométricos que permitan la representación adecuada del sistema estructural a las distintas etapas del trabajo del arquitecto. Esta representación ayudará a reconocer partes dentro del todo facilitándose así el estudio.

En una segunda etapa como abstracción del modelo geométrico se pasa al esquema, las distintas partes se representan por sus ejes o planos medios y se simbolizan las uniones entre las mismas. Sobre el esquema se modelizan las acciones recurriendo a las convenciones de la física.<sup>32</sup>

Las acciones actuando sobre el esquema permiten analizar la interacción entre las partes y visualizar deformaciones. Interpretando las deformaciones, nuevamente con base en la física, se definen modelos de comportamiento, llegándose así a modelizar el funcionamiento del conjunto.<sup>33</sup>

Poder comprender el comportamiento permitirá definir las cualidades que debe poseer la materia con la que se deberá trabajar. También se derivan del modelo de comportamiento cuantificadores de las exigencias que intervendrán luego en la definición de la cantidad de materia necesaria.

La capacidad de respuesta se estudiará modelizando a los materiales, enfocándose en las propiedades resistentes de los mismos, es decir en su capacidad de admitir deformaciones sin romper.

---

<sup>32</sup> Se recurre a la representación vectorial de las acciones.

<sup>33</sup> El estudio de las deformaciones permite modelizar prácticamente todos los comportamientos estructurales por combinación del efecto de fuerzas y momentos. Es decir por lo que en la física son los agentes del movimiento, las fuerzas producen desplazamientos y los momentos giros.

También se deberá modelizar la materia a los efectos de poder aplicar herramientas científicas y lograr así la interfase que permite comparar los cuantificadores de exigencias con las capacidades resistentes, permitiendo especificar dimensiones y calidades.<sup>34</sup>

Las especificaciones que posibilitan encarar la materialización deben considerar que las tecnologías de producción traen necesariamente aparejado un cierto grado de incertidumbre sobre el ajuste del resultado material con las modelizaciones que dieron base a la propuesta.

Dado que la estabilidad implica seguridad se deberán emplear criterios que permitan asegurar la fiabilidad de la realización. Se hace necesario por lo tanto aplicar criterios que permitan estimar la seguridad, por ejemplo frente al colapso, con la que se desempeña la estructura. Intervienen aquí una serie de modelos matemáticos que se expresan en criterios numéricos de seguridad que deben verificar las propuestas de dimensiones y calidades.

Esta necesaria aplicación de modelizaciones para posibilitar el análisis y la enseñanza del objeto de estudio de la asignatura debe reconocer con total claridad la limitación y precariedad del modelo frente a la realidad.

Los modelos van a responder a las herramientas de análisis de las que se disponga, es decir al estado del conocimiento que sobre el objeto modelizado exista en un determinado momento. Esto dicho no solamente en cuanto al sustento teórico del modelo sino que también se refiere a cuales son los modelos a los que se debe recurrir para estudiar al objeto.<sup>35</sup>

Un modelo siempre es superable y descartable como interpretación de la realidad, es una herramienta perecible que no debe ser confundida nunca con la realidad. Es útil e imprescindible y demanda ser comprendida, pero debe distinguirse claramente la diferencia entre el manejo de los modelos y los objetivos de los cursos. Adiestrar a los estudiantes en el manejo de un modelo, aunque se haga con excelencia, no implica que se haya cumplido con el objetivo del curso. No se enseñan herramientas por la herramienta en sí, sino que la herramienta es un auxiliar para llegar a un conocimiento de mayor jerarquía.

---

<sup>34</sup> Por ejemplo, no se podría aplicar el análisis matemático que permite cuantificar la inercia de una sección sin modelizar a la materia como continua y homogénea.

<sup>35</sup> Como ejemplos se pueden citar el análisis estructural del hormigón armado con modelos derivados de los materiales homogéneos que se aplicara hasta la década del 60 del Siglo XX y cualquier modelo de cálculo derivado de la aplicación de ordenadores que eran inimaginables antes de disponer de esa herramienta tecnológica.

## *Las formas preferentes de captación del conocimiento que tiene el estudiante de arquitectura*

Cada persona tiene formas, vías, preferentes para captar la realidad y asimilar el conocimiento y esto incide en la definición de cuales son las actividades que prefiere desarrollar.

Si se acepta esta afirmación se puede derivar como consecuencia, que las vocaciones libremente elegidas están expresando distintas estructuras mentales con distintas maneras de expresar la inteligencia.

¿Quién era más inteligente Einstein o Picasso? ¿Shakespeare o Newton? ¿Quién manejó las ideas en forma más general?

Todos crearon conocimiento, todos observaron, abstraieron, generalizaron e inventaron pero no todos por la misma vía.

Lo mismo: ¿Quién es más inteligente, el estudiante de ciencias, el de derecho o el de arquitectura?

Más allá de las diferencias temáticas ¿Las didácticas pueden ser las mismas en la Facultad de Ciencias en la de Derecho o en la de Arquitectura?

Además de las diferencias de objetivo ¿valen las mismas didácticas para enseñar las tecnologías de la construcción en la Facultad de Arquitectura que en la de Ingeniería?

Sin pretender realizar generalizaciones inconvenientes y establecer que todos los estudiantes de arquitectura son iguales es indudable que su vocación está ligada al hecho de que su captación espacial y sensible es mayor que la de otros estudiantes con otras vocaciones y a que disfruta participando en la concreción material de su creación.

La experiencia docente muestra que el estudiante de arquitectura tiene tendencia a necesitar que los conceptos manejados en el plano abstracto hagan referencia a una materialización y a la inversa que para llegar a lo abstracto se haya partido de una realidad material. Esta observación sin duda tiene vínculos con el hecho de que toda la actividad creadora del arquitecto debe culminar en la fabricación de objetos materiales complejos.

En el proceso de apropiación del conocimiento que realiza el estudiante de arquitectura resulta primordial que la modelización se maneje en el plano de lo semi-abstracto o semi-concreto como preámbulo a la abstracción generalizadora. Siempre es conveniente referir un concepto a algo tangible o "casi tangible" como lo es por ejemplo un modelo de representación gráfica.

Decir esto no pretende negar el valor que tiene el manejo de modelos abstractos en toda ciencia, pero la experiencia docente ha mostrado en innumerables ocasiones que tratándose de estudiantes de arquitectura se logra un mayor éxito en el proceso de apropiación del conocimiento cuando el recurso de la herramienta abstracta llega precedido de un análisis en el plano de lo semi-abstracto. La utilización de maquetas que permiten la visualización de fenómenos físicos en los cursos de Estabilidad es un claro ejemplo de lo que se expone.

Para llegar al dominio de los conceptos técnicos abstractos que permitirán luego en un proceso de “des-abstracción” realizar una propuesta de materialización de la estructura, resulta conveniente que el proceso hacia la abstracción haya recorrido etapas intermedias pasándose y deteniéndose en análisis en etapas de semi-abstracción.

Para cumplir este proceso no solamente se recurre a modelizaciones de la realidad, también se recurre a herramientas de apoyo de las exposiciones de clase.

En este sentido se puede señalar la necesidad siempre verificada de apoyar toda exposición de clase en imágenes gráficas que vayan representando, reconstruyendo, el hecho físico que se describe. Tal vez la misma explicación dirigida a estudiantes de otra disciplina pueda ser conducida a través de un desarrollo de análisis matemático o una exposición oral.

El estudiante de arquitectura requiere visualizar lo que se le expone, el conocimiento “entra por los ojos”, una acertada graficación vale mucho más que un preciso desarrollo matemático abstracto. Esto, que puede parecer obvio a docentes con la misma formación que sus estudiantes, merece ser explicitado para que sea razonado y adecuadamente valorado.

Las graficaciones no solamente deben ser precisas sino que además deben ser expresivas, bien proporcionadas, bien valoradas en sus trazos y textos en relación con lo que se quiere describir. Esto se debe cumplir no solamente por prolijidad. Debe tenerse en cuenta que se está buscando favorecer la comprensión de alguien que maneja la proporción como un valor central en su actividad y que respeta imprescindiblemente esas proporciones en sus representaciones. La proporción se vuelve entonces una forma de comunicar relaciones e importancias entre los distintos elementos que se hacen intervenir, lo mismo en cuanto al valor de los trazos y los textos.

Sobre esta base gráfica bien elaborada y correctamente presentada que permita describir adecuadamente, por representación, el modelo físico que se busca explicar se puede recurrir a la herramienta matemática: generalizadora del modelo y apoyo necesario para recorrer el proceso inverso que culmine en una propuesta de concreción material de una creación proyectual.

Es una ventaja para el docente con formación de arquitecto poder recurrir a los elementos expresivos que ha incorporado en ella para ponerlos al servicio de la explicación de conceptos que requieren una importante dosis de abstracción logrando el necesario paso semi-abstracto.

## *Características que debe tener la metodología de enseñanza para generar empatías en el estudiante de arquitectura*

La primera condición que debe cumplir la metodología será reflejar las formas preferentes de captación del conocimiento que se reconocen en el estudiante de arquitectura.

Toda metodología que se proponga debe tener bien presente la necesidad de utilizar modelos semi-abstractos para recorrer el camino desde la observación real a la abstracción y posibilitar el dominio de lo abstracto como apoyo para generar una propuesta de materialización.

No menos importante es que el estudiante reciba como apropiado a su formación el objeto de estudio. Para ello es altamente conveniente que la didáctica que se proponga exprese con claridad los vínculos de la asignatura con el proyecto.

Para ello no es suficiente cumplir con el precepto que viene de la historia de la enseñanza de Estabilidad en la Facultad de Arquitectura, prácticamente un axioma, que aconseja derivar el contenido técnico de la asignatura de la necesidad de resolver el caso concreto de un ejemplo arquitectónico.

No basta con elegir el ejemplo adecuado para que sea guía de la exposición docente. Si solamente es eso resultará un mero pretexto de guión.

Se debe mostrar en cuanta ocasión sea posible la incidencia de la materialización del sistema estructural resistente en la formalización de la obra, pero nunca como una condicionante o limitante. Es necesario demostrar y promover que en todo buen resultado arquitectónico el sistema estructural está resuelto en forma integrada. Se debe destinar tiempo en los cursos a este tema.

La exposición de un tipo estructural será pobre e incompleta si sólo se reduce a clarificar el comportamiento y los procedimientos de verificación de su estabilidad. El estudiante de arquitectura necesita saber como integrarlo en su proceso de creación y para ello se requiere que conozca las leyes primeras de generación de ese tipo.

Esto lleva a la necesidad de ejercitar dentro de los cursos de Estabilidad en la creación. Propuestas como las que se realizan al final del curso de Estabilidad de las Construcciones I o en el llamado ejercicio de diseño de Estabilidad de las Construcciones III buscan cumplir con este fin. Se ha verificado el enorme interés que generan en el estudiante. En Estabilidad III es notorio, que la realización de la ejercitación durante todo el semestre es la base del gran compromiso que manifiesta el estudiante con el curso.

## *La aplicación a la asignatura de las directivas del plan sobre enseñanza activa. La reformulación de las clases prácticas*

La pauta establecida en el plan 2002 sobre el carácter activo que debe tener la enseñanza es general y previa a cualquier otra definición sobre la organización del curso. No importa que éste se dicte en forma controlada o libre.

El Plan prioriza el saber aprender, es decir, la búsqueda por parte del estudiante del conocimiento necesario. Las clases expositivas realizadas por docentes son una ayuda, mediante un desarrollo adecuado, para la comprensión de temas, pero estos temas deben ser retomados por el estudiante para su asimilación.

Complementando el estudio individual del estudiante se promoverán clases en grupos reducidos, de pocos estudiantes en las que se retrabajarán los temas contándose con apoyo docente.

La tradicional existencia en la asignatura de clases prácticas, es el instrumento que con transformaciones llega a constituir esas instancias de retrabajo que propenderá a la internalización del conocimiento.

Corresponde realizar dos puntualizaciones.

La primera es distinguir la enseñanza realmente activa. No se puede considerar como tal la enseñanza que propone gran cantidad de ejercitaciones al estudiante, que seguramente logrará de esa forma desarrollar habilidades operativas, pero que no resolverá la aprehensión del conocimiento.

La segunda se refiere a vincular el trabajo del estudiante en las clases prácticas con el desarrollo de los objetivos planteados para la asignatura.

Las clases prácticas tuvieron durante años como objetivo desarrollar habilidades operativas que se suponía luego las aplicaría el arquitecto que todo lo podía, a todo nivel, dentro de las técnicas de su profesión.

Este objetivo fue perdiendo vigencia aunque tal vez la forma de trabajo lo ha sobrevivido. Hoy en día una propuesta de ejercitación que se centre en la aplicación casi mecánica de procedimientos operativos derivados de temas vistos en “el teórico” y sobre una cantidad importante de ejemplos no puede sostenerse.

La aplicación práctica de los temas solamente puede tener el fin de ayudar a comprender y a apropiarse del conocimiento sobre el que trata el tema. Aprender haciendo sigue siendo un principio pedagógico válido, pero en esa forma de aprendizaje no deben aparecer complicaciones operativas que sólo sirven para distraer la atención del estudiante de lo esencial.

Para ello no se requiere que la ejercitación sea profusa, pero sí que atrape el interés del estudiante a través de su propuesta. Debe ser también estimulante por permitir que el estudiante, con la primera aproximación al tema que haya hecho en forma personal, se sienta capaz de encarar el ejercicio. Luego con el apoyo docente enriquecerá la comprensión conceptual e incorporará el tema a su conocimiento aunque olvide lo anecdótico de la resolución del ejercicio.

La enseñanza activa encuentra de esta forma una respuesta posible, pero si bien esta instancia es imprescindible, no es la única.

En el apartado anterior se propuso la realización de ejercicios que apostaran a lo creativo. Se señalaron dos experiencias auspiciosas en curso, pero es un campo en el que las propuestas no están agotadas y que deben ser profundizadas superando la situación actual.

Lo que fue la forma tradicional de encarar los prácticos está absolutamente obsoleta y la situación no se supera solamente mejorando el planteo si este se queda solamente en ejercitar modelos de cálculo. Es imprescindible generar instancias de participación activa del estudiante frente a ejercicios de creación.

La transformación de la forma de encarar las clases prácticas plantea dos importantísimas transformaciones consecuentes: la modificación de las habilidades del cuerpo docente y el cambio en la forma de evaluación del conocimiento, que habitualmente ha estado centrada en la resolución de ejercicios para los cuales las clases prácticas eran un entrenamiento.

Cualquiera sea la propuesta de enseñanza activa y cualesquiera que sean sus características en todas ellas deberá asimilarse que la función del docente será señalar los problemas que se le vayan generando al estudiante pero nunca solucionarlos.

## *El sentido de las clases expositivas frente a grupos numerosos de estudiantes*

Si en definitiva el efectivo aprendizaje pasa por la necesidad de hacer para aprender, ¿tiene sentido mantener clases expositivas frente a grupos numerosos de estudiantes?

Las clases expositivas son el precedente necesario para que el estudiante participe de las instancias de enseñanza activa. El contacto que logra el estudiante con los temas del curso es superior al que puede lograr con el manejo individual de la bibliografía.

El estudiante que asiste a una clase expositiva, al finalizar la misma no puede lograr más que un entendimiento bastante superficial del tema, pero ha participado en una instancia de comunicación personal de difícil sustitución.

Las valoraciones, relaciones y los distintos puntos de vista que se pueden expresar en una exposición oral no se pueden lograr en un texto escrito por mejor elaborado y diagramado que esté. La posibilidad de pedir una aclaración a alguien que tiene la función de ayudar a entender es imposible de sustituir por la lectura de un libro que además seguramente no es un texto preparado para la enseñanza.

El docente que expone debe tener presente que es un agente para lograr un primer contacto del estudiante con un tema, un “digestor” primario. Debe preocuparse por ser extremadamente claro en su exposición, pero también conciente de que al estudiante no la va a alcanzar con la asistencia a clase y debe complementarla con la consulta de bibliografía.

El estudiante no debe quedar con la una falsa sensación de que lo que ha comprendido es suficiente aunque el docente haya sido espectacularmente claro.

## *Sobre qué y cómo se debe evaluar al estudiante*

Si bien la Facultad tiene fijadas las formas posibles de evaluación: promoción y exámenes libres, estas definiciones son genéricas. Es parte de la propuesta didáctica de los cursos la adecuación de estas formas genéricas a sus propósitos.

La mejor propuesta didáctica se verá comprometida en sus resultados si la forma de evaluación no está prevista y resulta coherente. El estudiante formula su estrategia de aprendizaje condicionado por los contenidos de la evaluación, lo que se termina reteniendo en un curso es aquello que resulta ser el centro de la evaluación, lo demás es discurso que cae en el vacío. Esto no se refiere a los contenidos temáticos sino a los objetivos que se transmiten.

Plantear que la enseñanza debe centrarse en lograr que el estudiante logre, dentro de su formación como generalista, manejar con solvencia la componente estructural-resistente y luego centrar la evaluación en la aplicación de métodos de cuantificación, lleva a que el estudiante termine con un horizonte muy pobre sobre las posibilidades que le aporta el conocimiento que se busca que incorpore.

El objetivo central del curso, lo que lo caracteriza, aquello que justifica su existencia y que el estudiante debe retener para que le aporte dentro de su formación de arquitecto es lo que debe ser el centro de la evaluación.

En una asignatura como Estabilidad de las Construcciones que comprende tres cursos secuenciales existe para cada curso, además de su objetivo central, la necesidad de ir aportando bases para que el desarrollo del curso siguiente se pueda realizar, pero esto no puede llevar a confusiones.

Este objetivo, que se puede decir secundario o subordinado, está constituido por el afinado de herramientas propias de la asignatura, métodos de resolución, manejo de formas de cuantificación. Si bien la verificación de que el estudiante ha asimilado el manejo de estas herramientas puede requerir la presencia en la evaluación de ejercicios específicos, nunca serán lo central dentro de la misma.

Cuando se debe resolver la propuesta de evaluación dentro de un sistema de promoción (curso controlado) existen mayores posibilidades que las que se pueden dar para un examen. La modalidad de curso controlado permite seguir en forma continua la evolución del estudiante lo que habilita a proponer ejercitaciones en las que la variable diseño pueda incorporarse. Esto es prácticamente imposible en una instancia puntual como lo es el examen.

Todo conduce a que necesariamente se deban considerar para cada curso dos propuestas de evaluación. El diseño de estas dos propuestas, si bien distinto, no deberá generar confusión sobre cuáles son los objetivos sustanciales a los que se dirige el curso.

El qué evaluar es algo propio a definir por quienes orienten la asignatura dentro de lo fijado por el plan de estudios. El cómo hacerlo es algo mucho más complejo y resulta necesario el aporte desde las ciencias de la educación. El diseño de los tipos de prueba debe permitir estar lo suficientemente seguro de que lo que se quiere evaluar es lo que realmente se evalúa sin que el cómo haya traicionado el propósito.<sup>36</sup> Este tema queda pendiente.

---

<sup>36</sup> La aplicación práctica de un concepto teórico en un ejercicio tipo no garantiza que el mismo ha sido comprendido, pero tampoco la verificación de saber enunciar un concepto garantiza que se lo haya entendido y que luego se lo pueda manejar con solvencia.

## *Relación entre los cursos y los tiempos previstos en el plan con los objetivos de la enseñanza*

Las disposiciones del reciente Plan de Estudios 2002 expresan el último acuerdo logrado en la Facultad sobre cómo se entiende la organización de la enseñanza de la arquitectura en el momento actual. En lo que respecta a la caracterización de los cursos de la asignatura la misma fue hecha por el cuerpo docente reunido en mayo de 2003. No corresponde discutir estos acuerdos, dado el poco tiempo transcurrido desde su aprobación y que aún no han sido puestos en práctica, pero sí conviene y corresponde profundizarlos.

El Plan de Estudios 2002 establece que existen tres cursos de Estabilidad de las Construcciones:

*“La asignatura Estabilidad de las Construcciones se organiza en tres cursos, Estabilidad de las Construcciones I (10 créditos) y Estabilidad de las Construcciones II (10 créditos) en el primer ciclo y Estabilidad de las Construcciones III (11 créditos) en el segundo.”*

Los objetivos fijados en el plan son precisos y coherentes con lo que se plantea en el presente trabajo.

*“El objetivo del curso de Estabilidad de las Construcciones I es formar en el conocimiento técnico necesario para el diseño estructural, generando la comprensión de los modelos de comportamiento de los distintos tipos estructurales y del vínculo existente entre el tipo de deformación y el estado tensional resultante, a los efectos de posibilitar el manejo técnicamente sustentado de herramientas de diseño estructural a nivel anteproyecto y la adquisición de habilidades que permitan el abordaje de las temáticas de los cursos siguientes.”*

*“El objetivo del curso de Estabilidad de las Construcciones II es formar en el conocimiento técnico necesario para el diseño estructural, particularizando en las estructuras de entramado hiperestáticas y en el hormigón armado como material estructural de mayor utilización en nuestro medio, a los efectos de posibilitar el manejo técnicamente sustentado de herramientas de diseño estructural que permiten determinar la viabilidad dimensional de las formas a nivel anteproyecto en ese tipo de estructura y material. Posibilitará también la adquisición de habilidades que permitan el abordaje de la temática del curso siguiente.”*

*“ El objetivo del curso de Estabilidad de las Construcciones III es formar en el conocimiento técnico necesario para el diseño estructural, particularizando en la definición a nivel proyecto de los tipos estructurales de mayor utilización en el medio, a los efectos de posibilitar la participación del arquitecto en la definición del proyecto estructural y el desempeño en la dirección de obra.”*

El primer curso aportará fundamentalmente a la ampliación del lenguaje formal del estudiante a través de la comprensión de los modelos de comportamiento y de las lógicas de generación de distintos tipos estructurales. Resultará importante a estos efectos la coordinación y complementación con el curso de Arquitectura y Tecnología.

Le corresponde también a este curso el estudio de la respuesta resistente de los materiales asociados a los tipos estructurales estudiados. Las tensiones que se producen en los materiales homogéneos en su relación con las deformaciones producidas en las distintas unidades funcionales estructurales deberán ser comprendidas por el estudiante en su dimensión de posible herramienta de diseño que irán más allá del simple control de dimensiones de una sección.

El hormigón armado tendrá un trato preferente en el curso de Estabilidad II, pero dada la ubicación de este curso dentro del Plan y el régimen de preiaturas es necesario que dentro de los tipos presentados en el curso de Estabilidad I estén presentes los que se vinculan al

uso de este material. Corresponde entonces un primer contacto del estudiante con el hormigón armado en el curso de Estabilidad I.

Este primer contacto con el hormigón armado deberá realizarse teniendo presente el mayor desarrollo que se hará sobre el mismo en el siguiente curso. Parece razonable pensar que se puede manejar el tema manteniendo su análisis dentro de la descripción de las lógicas constructivas que definen distintas unidades funcionales estructurales y sus modelos de comportamiento, dando criterios de predimensionado sin entrar a cuantificar el estado tensional de las mismas<sup>37</sup>.

El segundo curso es un primer y fundamental escalón para lograr el dominio de los sistemas estructurales más habituales en el medio. Particularizará en las estructuras de entramado construidas en hormigón armado

La respuesta resistente del material conformando distintas unidades funcionales que presentarán distintos modelos de comportamiento deberá ser exhaustivamente tratada<sup>38</sup>. Se definirá su relación con la viabilidad dimensional, sin que sea necesario llegar al proyecto y organización de armaduras.

Como consecuencia del monolitismo que el hormigón armado produce entre las partes del sistema estructural este curso deberá necesariamente abordar como tema complementario la aplicación de métodos de cuantificación aplicables a estructuras hiperestáticas.

¿Qué importancia debe adquirir este tema dentro del curso? Hoy en día no se puede negar el enorme valor de la herramienta informática aplicada al mismo. La simplicidad operativa que se logra libera tiempos de dictado y esfuerzos de docentes y estudiantes para ser aplicados a los objetivos centrales del curso.

El buen manejo de los modelos de cálculo en estructuras isostáticas que es imprescindible para cumplir con los objetivos del curso de Estabilidad I es la única base firme que necesita el estudiante para que pueda interpretar correctamente los resultados conseguidos a partir de la aplicación de la herramienta informática a la determinación de solicitaciones de una estructura hiperestática.<sup>39</sup>

Esto no significa que el estudiante no deba comprender la enorme diferencia conceptual que existe entre la determinación de solicitaciones en una estructura isostática y otra hiperestática.

No se podrá soslayar el análisis de la importancia que tienen en una estructura hiperestática las proporciones que guardan entre sí las cantidades de materia que conforman las distintas unidades funcionales estructurales.

A través del análisis de la influencia de las rigideces relativas de los elementos estructurales en el resultado de las solicitaciones se puede ver como el predimensionado y su viabilidad tienen una forma distinta de relacionarse a la que se presenta en una estructura isostática.

---

<sup>37</sup> El predimensionado del hormigón armado es un tema que requerirá sutileza en este primer contacto. Por ejemplo el uso de los valores que se establecen en la norma UNIT 1050 no puede transformarse en una aplicación mecánica, no podrán ser planteados más que como una guía frente a otras determinantes formales o constructivas que tendrán mayor trascendencia a la hora de decidir ese predimensionado como por ejemplo es el respetar la altura de dinteles.

<sup>38</sup> Respuestas resistentes que impliquen tensiones normales y rasantes: fuerza axil y cortante, momentos flectores y torsores.

<sup>39</sup> Para manejar un programa de medición de solicitaciones no es necesario que el estudiante de arquitectura maneje las herramientas matemáticas o de programación que lo posibilitaron, solamente necesita interpretar bien los resultados que se le ofrecen. Tampoco parece necesario que al disponer en forma universal de la herramienta informática deba conocer otras formas manuales más o menos trabajosas de evaluar solicitaciones. Una vez más no debe confundirse al arquitecto generalista con el profesional especializado en el proyecto de estructuras.

Es una observación que valida su importancia porque se produce desde el punto de vista de su relación dialéctica con el diseño.

El curso de Estabilidad II cumple con el objetivo de fundamentar el manejo formal de las estructuras de entramado construidas en hormigón armado. El curso de Estabilidad III aportará las definiciones que corresponden al proyecto de este tipo estructural.

El tercer curso pertenece al segundo ciclo del Plan de Estudios<sup>40</sup> y por lo tanto debe enfocarse hacia el nivel proyecto de los sistemas estructurales. Atendiendo a los objetivos particulares de la asignatura se particularizará en el estudio a dicho nivel de los tipos estructurales de mayor utilización en el medio.

En la definición temática de este curso se deberá estar especialmente atento a la evolución de los sistemas en uso incorporando a los emergentes y descartando a los que queden fuera del uso habitual.

Además del estudio ya mencionado de las definiciones a nivel proyecto de los entramados de hormigón armado, corresponde en la actualidad realizar también el que corresponda a la utilización de la fábrica de mampuestos, y a los entramados de madera o acero. Incorporará también a su temática el análisis de soluciones para cubrir luces importantes y la actuación sobre obra preexistente.

Los cursos de Estabilidad II y Estabilidad III completan la formación que debe dar solvencia al arquitecto para actuar como generalista en las etapas del proyecto y de la ejecución de la obra y para relacionarse con el asesor especializado.

Cada curso en función de su temática propia y de las posibilidades que genere el avance de la formación que posee el estudiante, brindará la metodología de análisis y los conocimientos básicos para que se puedan realizar profundizaciones en el temario de la asignatura de acuerdo a los intereses, vocaciones o necesidades de actuación profesional de cada uno.

Los tres cursos en conjunto deberán dar los elementos necesarios para que el arquitecto sepa optar por la solución estructural más adecuada para su problema y sea capaz de integrarla en la definición de su propuesta proyectual.

Este último objetivo es de un fuerte carácter sintético y por lo tanto el estudiante recién lo podrá cumplir cuando posea un conjunto importante de conocimientos al respecto, no obstante es posible ir guiando la formación en este sentido con una ejercitación adecuada<sup>41</sup>.

---

<sup>40</sup> Se establece en el Plan 2002: "En el segundo ciclo se estudia la escala urbano-territorial a nivel de anteproyecto y se profundiza en la escala del edificio a nivel de proyecto."

<sup>41</sup> La ejercitación que se realiza en el actual curso de Estabilidad III que se conoce por el nombre coloquial de "Práctico de diseño" pretende ser un aporte en este sentido. Se le propone al estudiante que con asistencia docente realice un anteproyecto del sistema estructural correspondiente a un anteproyecto que haya realizado en el Taller. No necesita para ello de los aportes de conocimiento teórico que se realizan en el curso, basta con lo que conoce de los dos cursos anteriores de la asignatura y de otras del área tecnológica. La experiencia que se viene realizando desde 1995 permite confirmar el acierto de la propuesta en función de los comentarios de los estudiantes y de la comprobación del cuerpo docente que además verifica que esta suerte de "telón de fondo" sobre el que se desarrolla el curso sirve para comprometer afectivamente al estudiante con el curso al ser una suerte de sustento para el resto de los conocimientos que aporta el curso y que el estudiante debe incorporar.

## La integración del conocimiento. *Los vínculos con otras asignaturas del plan*

Cada curso cumplirá con las vinculaciones horizontales y verticales que surgen de su ubicación en el currículo. Se deberá tener presente que el Plan establece que:

*“El hecho arquitectónico es por naturaleza único, si bien es conveniente y necesaria su disociación para desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esa disociación que no será permanente, es uno de los desafíos de la enseñanza de la arquitectura. Las estructuras académicas y las prácticas pedagógicas y didácticas deben asegurar y promover constantemente la integración de los conocimientos en la estructura del Plan, tanto en sus dimensiones vertical como horizontal.”*

Ya se ha insistido en varias oportunidades sobre aspectos de índole metodológica que implican necesariamente una visión de la asignatura desde la arquitectura hecha con independencia técnica, pero sin abandonar la relación con el objeto integrador y sintético, el proyecto de arquitectura.

No obstante es necesario señalar algunos vínculos que son de preferente atención con otras asignaturas del Plan.

En el apartado anterior se hicieron consideraciones sobre la coordinación temática entre los tres cursos de la asignatura. Aunque se proponen algunos cambios estos resultan más ajustes que cambios en sí, la secuencia analizada no es demasiado diferente a la que actualmente se desarrolla.

Constituye un desafío en este momento la coordinación exigida en el Plan 2002 en la interna del Área Tecnológica.

El curso de Arquitectura y Tecnología, antecedente de todos los restantes del Área Tecnológica, aborda necesariamente conceptos de la asignatura Estabilidad de las Construcciones. Necesita hacer referencia a tipos estructurales y al comportamiento de los mismos y entre otras visiones de los materiales da una primera de su función resistente. Razones de coherencia conceptual y de lenguaje imponen como imprescindible la coordinación y también el acuerdo sobre el desarrollo que estos temas tendrán sumándose los esfuerzos del curso de Arquitectura y Tecnología y los de Estabilidad de las Construcciones I.

Los cursos de Construcción cumplen en los distintos años del plan una función estructuradora del Área Tecnológica, más allá de las preiaturas establecidas van pautando temáticas, en sus relaciones de antecedentes-consecuentes, de los restantes cursos del área.

Las siguientes correlaciones merecen particular atención:

- De los cursos de Construcción I y de Estabilidad de las Construcciones I en el tratamiento de los materiales.
- De los cursos de Construcción II y de Estabilidad de las Construcciones I y II en referencia a los tipos estructurales y en particular al hormigón armado conformando el sistema estructural. La propuesta didáctica sobre la que se desarrolla Construcción II al aplicar en ejercicios de carácter integral conocimientos que el estudiante adquiere en los cursos de Estabilidad da oportunidad a que se puedan realizar ejercitaciones que contribuirán a cumplir los objetivos de esta asignatura. Algo similar puede ocurrir con el curso de Construcción III.
- De los cursos de Construcción IV y Práctica profesional de obra con el de Estabilidad de las Construcciones III en lo que se refiere a las especificaciones del proyecto estructural.

## *FORMACIÓN DOCENTE*

¿Cómo contribuir a desarrollar vocaciones docentes?  
¿Qué se debe esperar de un docente?

La Facultad de Arquitectura tiene definidos marcos reglamentarios de formación docente: la Ordenanza del Personal Docente y los reglamentos de Asistente Honorario, Colaborador Docente y Estudiante Colaborador.

*“Los cargos de grado 1 tendrán un perfil orientado fundamentalmente a la formación docente en los aspectos de enseñanza, investigación y extensión. Serán orientados por los grados superiores de los cuales dependan, encomendándoseles tareas con especial preocupación por los aspectos de carácter formativo. Tomarán los cursos de formación docente en las condiciones que se establezcan en cada caso.”<sup>42</sup>*

*“Los cargos de grado 2, tendrán un perfil orientado fundamentalmente a la formación docente en los aspectos de enseñanza, investigación y extensión con un grado mayor de profundización y especialización que los grados 1. Serán orientados por los grados superiores de los cuales dependerán, encomendándoseles tareas con especial preocupación por los aspectos de carácter formativo. Tomarán los cursos de formación docente en las condiciones que se establezcan en cada caso.”<sup>43</sup>*

*“Los estudiantes de la Facultad de Arquitectura podrán prestar su colaboración honoraria a las diferentes cátedras y Talleres, dicha actividad tendrá por objetivo el contribuir a la formación y ampliación de conocimientos del colaborador, configurándose una primera instancia de vinculación con el quehacer docente.”<sup>44</sup>*

*“El asistenciado honorario es la vía de formación docente por excelencia que tiene la Facultad de Arquitectura.”<sup>45</sup>*

La Facultad también apuesta a la renovación y al cambio dentro del cuerpo docente. La antes citada Ordenanza del Personal Docente fija límites en el desempeño de los cargos buscando dar espacio a las nuevas vocaciones generando oportunidades de expresión para las mismas.

*“El período de designación inicial (para cargos de grado 1) será de un año a partir de la toma de posesión del cargo.....Quien ocupe en efectividad un cargo de grado 1 podrá ser reelegido, por mayoría absoluta de componentes del Consejo, por una vez luego del período de designación inicial y por el término de tres años.”<sup>46</sup>*

*“El período de designación inicial (para cargos de grado2) será de un año a partir de la toma de posesión del cargo.....Quien ocupe en efectividad un cargo de grado 2 podrá ser reelegido, por mayoría absoluta de componentes del Consejo, luego del período inicial y por no más de dos períodos sucesivos de tres años.”<sup>47</sup>*

*“Esta designación (inicial, para cargos de grado3) será por el período de un año a partir de la toma de posesión del cargo.....Quien ocupe en efectividad un cargo de grado 3 podrá ser reelegido, por mayoría absoluta de componentes del Consejo, por períodos sucesivos de tres años. Si luego de vencido el primer período de reelección se produjeran vacantes en el grado superior (grado 4) en el ámbito de su especialidad, dentro del servicio en que actúa, y no se hubiera presentado al correspondiente llamado a aspirantes, el docente cesará con el vencimiento de su designación. Deberá mediar notificación personal del conocimiento de la vacante.....Cada seis años consecutivos de desempeño del cargo, como máximo, el docente deberá rendir, como requisito imprescindible, una prueba cuyas características se establecerán por reglamento. En todo caso, el Consejo fijará anualmente una fecha en la cual se llevará a cabo la prueba de todos los docentes de grado 3 que deban rendirla en ese período. Esta prueba será elemento primordial en la evaluación que requiere el procedimiento de reelección.”<sup>48</sup>*

---

<sup>42</sup> Ordenanza del Personal docente de la Facultad de Arquitectura Art.6.

<sup>43</sup> Ordenanza del Personal docente de la Facultad de Arquitectura Art.11.

<sup>44</sup> Reglamento de estudiantes colaboradores honorarios de la Facultad de Arquitectura Art. 1.

<sup>45</sup> Reglamento de asistentes honorarios de la Facultad de Arquitectura Art. 1.

<sup>46</sup> Ordenanza del Personal docente de la Facultad de Arquitectura Arts.8 y 9.

<sup>47</sup> Ordenanza del Personal docente de la Facultad de Arquitectura Art.s.13 y 14.

<sup>48</sup> Ordenanza del Personal docente de la Facultad de Arquitectura Art.s,18, 19 y 20.

Más allá de la existencia de estos textos reglamentarios importa que desde el cuerpo docente se impulse la incorporación de nuevos integrantes. En los procesos de cambio que se sucedieron en la historia siempre fue importante la participación de los docentes jóvenes, sea realizando aportes en las discusiones o sea aplicando con fuerte convicción las nuevas ideas generadas en el conjunto.

Esta responsabilidad en la captación de vocaciones docentes debe estar acompañada por el posterior estímulo en las tareas. El mejor estímulo es la adjudicación de responsabilidades y hacer sentir el apoyo para cumplirlas.

Luego se debe incentivar un proceso de formación que debe ser activo y continuo, en él se irán manifestando distintas capacidades y se generarán incorporaciones y deserciones.

Este proceso de formación no se limita al desempeño de cargos honorarios y de grados 1 y 2, el docente siempre se estará formando y no solamente por la puesta al día en los cambios técnicos, sino que también se debe exigir una continua mejora de su actuación en el plano pedagógico sea cual sea el grado de su cargo.

Se debe evitar la rutina derivada de la repetición curso a curso de las tareas propuestas. Es inadmisibles que un docente, sobre todo de un docente en el inicio de su proceso de formación, dicte curso a curso la misma clase, puede ser conveniente una o a lo sumo dos repeticiones para salvar deficiencias, pero siempre y cuando en forma simultánea se aborde un nuevo tema.

La sinceridad en la valoración del desempeño de las tareas está fuera de discusión. La complacencia siempre resulta negativa, es la antítesis del progreso en la formación.

Si bien en el inicio de la actuación de un estudiante auxiliar puede ser suficiente el entusiasmo por la tarea y el buen dominio del temario del curso logrado en el correspondiente dictado luego será necesario profundizar. Las vías para ello pueden ser desde la formación autodidacta hasta la realización de cursos específicos en otros centros de estudio.

En el plano de lo técnico el ideal de la realización de cursos de especialización, que fueron posibles en otra época, está lejos de poderse universalizar por lo cual una formación autodidacta guiada por los docentes de mayor experiencia cada vez cobra mayor peso.

En el plano de lo pedagógico, la formación cada vez más reconocidamente necesaria es generalmente un aspecto deficitario. Este déficit no es totalmente atribuible a la institución ya que al nivel de las Ciencias de la Educación no existe una masa crítica consistente con respecto a la pedagogía universitaria. La transmisión de la experiencia acumulada pasa a primer plano.

Pero además, y por sobre todo, un docente universitario debe ser mucho más que una persona informada y un buen comunicador. Es un transmisor de valores de la ética universitaria y si como se establece en el Plan 2002 explicitando un principio básico de la formación universitaria

*“El Plan en su conjunto apuesta a la formación universitaria integral del estudiante, en tanto individuo y en tanto ciudadano, resaltando los aspectos éticos de una conducta universitaria tendiente a generar y desarrollar un compromiso con el medio y con la sociedad que promueva su superación.”*

cada docente tiene su cuota de responsabilidad en esta formación integral del estudiante, tanto como tiene su cuota de responsabilidad en la formación técnica.

## *Una reflexión final: cómo actuar como docente*<sup>49</sup>

### ***Solamente se debe enseñar algo y participar de un proyecto docente si se está convencido de su pertinencia.***

La labor docente exige convencimiento, de otra forma el estudiante no tomará con seriedad el aprendizaje. El necesario compromiso afectivo del estudiante con lo que debe aprender requiere el equivalente compromiso afectivo del docente por lo que enseña, el mero buen cumplimiento de la tarea sin compromiso es burocratismo.

Este compromiso solamente admite ser transgredido cuando se está en una postura de impulsar profundos cambios. En este caso si bien el compromiso con el proyecto en curso no es total la perspectiva de cambio, que generará un nuevo compromiso, permite al docente trabajar con seriedad en su relación con el estudiante.

Las dos situaciones requieren compromiso afectivo, este compromiso lleva necesariamente al mejor cumplimiento de la tarea dentro de las capacidades de cada uno.

### ***La labor docente debe ser cumplida con el máximo rigor.***

El rigor es un valor de la actividad docente que va más allá de las capacidades y de las habilidades de comunicación que posea el docente. Es la mayor muestra de responsabilidad al enfrentar su tarea.

El rigor se debe expresar en la fundamentación teórica de las exposiciones, en el dominio de los desarrollos conceptuales que se realicen frente al estudiante, en el lenguaje manejado.

También es muestra de rigor la cuidadosa preparación del material de apoyo que se utilice en clase y para los docentes de grados superiores del material escrito que como guía de estudio se ponga a disposición de los estudiantes.

El rigor estará presente en las instancias de evaluación del conocimiento las que deberán mostrar transparencia, justicia y organización para dar las mayores garantías al evaluado y respaldo al fallo.

### ***La labor docente exige la actualización permanente.***

La actualización permanente no se refiere exclusivamente a la obvia actualización técnica. Sentirse actualizado implica una postura de permanente revisión de cómo se cumple la tarea, reflexionar sobre las formas en que se relaciona con el estudiante, sobre las didácticas que se practican e impulsan, sobre los materiales de apoyo que se utilizan.

La antítesis de la actitud docente creativa, positiva y gratificante es la actitud docente burocrática que solamente repara en el cumplimiento periódico de labores siempre repetidas aunque se argumente que las mismas se cumplen con cierto grado de solvencia.

La real solvencia es aquella que no teme ni siente pereza en revisarse y cambiar todo lo necesario.

---

<sup>49</sup> En este particular apartado trato de transmitir algunas reflexiones sobre el desarrollo de la función docente. Debe ser entendido como pretendidos aporte de un docente de muy larga trayectoria dirigidos a quienes estima y respeta por haber resuelto comprometerse con esa tarea.

***La labor docente debe ser realizada con dignidad mostrando el mayor respeto por el estudiante.***

La primera muestra de dignidad es el rigor en la tarea y la actualización permanente, tal como se analizaron antes.

Expresar respeto es preparar el trabajo de clase, sea una exposición o la conducción de una clase activa. Respeto es cumplir los horarios y desarrollar el cronograma del curso tal como se lo planificó para poder cumplir con el temario del mismo.

Respeto es esforzarse por superar sus propias limitaciones o dificultades. Entender que el docente realiza su labor para impulsar y ayudar al estudiante en el proceso de aprendizaje y que por lo tanto no debe buscar el lucimiento personal. Esto no es contradictorio con la condición de líder del proceso que debe cumplir y con la cierta dosis de histrionismo que necesariamente tiene su labor para mantener la atención y el interés del estudiante en clase.

No debe hacer gala de erudición ni usar golpes de efecto en su exposición. El colectivo da por sentado sin necesidad de que se lo demuestre que tiene un mayor conocimiento del tema que los estudiantes.

No debe jugarse con la sorpresa ni crear un cierto suspenso para culminar con el uso de un razonamiento brillante que aclara el concepto que se quiere exponer y pretende redondear el tema. Al inicio de una exposición se debe plantear claramente cual es el tema, cual es el objetivo, cuales son las conclusiones a las que se va a arribar. La atención debe estar puesta en como se va presentando el tema, como se va armando el edificio conceptual del mismo conociendo hacia donde se va y no estar siguiendo un razonamiento con el suspenso de no saber a que se pretende llegar.<sup>50</sup>

Si se respeta se será respetado y se reconocerá dignidad.

***La labor docente debe ser realizada generando un ambiente atractivo que permita lograr el interés del estudiante y mantener su atención.***

Lograr el interés y mantener la atención del estudiante independientemente del tema que se trate no es un resultado sencillo de obtener.

Para que la clase sea atractiva es imprescindible que se desarrolle en calma, sin tensiones. La calma proviene de la seguridad con la que el docente se ubique en su puesto. La seguridad se asienta en la buena preparación de la clase y se expresa tanto en el tono de voz y la postura física como en el orden con que se realiza la exposición.

Sin banalizar los medios para lograrlo, el manejo de la voz y el de la postura física son instrumentos primordiales para mantener la atención. Un complemento decisivo va a ser el atractivo de los materiales de apoyo que se aporten, sean audiovisuales preparados con antelación o el mero uso del pizarrón simultáneo al desarrollo de la clase.

---

<sup>50</sup> Al decir del compañero Orlando Lassus una clase debe ser como una tragedia griega donde los espectadores saben el tema y su final y que gozan de la forma en que se plantea su desarrollo, sin suspenso y sin sorpresas que lo distraigan.

Solamente el ya mencionado rigor en la preparación y su consecuencia casi lineal de generar orden en la exposición permitirán superar algunos déficit en los otros aspectos y mantener el interés de la clase.<sup>51</sup>

Será necesario hacer pausas, marcando énfasis, recalcar y repetir puntos esenciales con palabras y razonamientos distintos a los usados anteriormente.

Si bien se debe responder a todas las preguntas aclaratorias que los estudiantes realicen, el docente no debe desviarse de la preparación realizada y no caer en la tentación de incorporar elementos que ramifiquen el desarrollo aunque en el momento parezca una idea brillante, si así lo pareciese se lo debe meditar primero y luego incorporar en la siguiente edición del curso.

***La estructura jerárquica del escalafón docente no debe pautar el relacionamiento interno de los equipos docentes.***

Si bien el desempeño de un cargo asociado a un grado del escalafón significa el reconocimiento de una formación docente y la consecuente asignación de responsabilidades esto no significa el reconocimiento de otras calidades personales.

El escuchar opiniones y el ser generoso en compartir conocimientos y experiencias expresa y genera respeto, además fomenta y traba buenas relaciones internas dentro de los equipos docentes.

***La calidad de la labor docente está sujeta a que se la revise día a día.***

El docente debe ganarse el respeto de los estudiantes y de sus pares en cada una de sus actuaciones.

Debe saber que su designación para cumplir ciertas funciones es siempre provisoria más allá de las formalidades que se hayan seguido para ello. La labor docente tiene sentido si es bien recibida por los estudiantes quienes tienen todo el derecho de aceptarla o no.

Un célebre documento del Centro de Estudiantes de Arquitectura del año 1950<sup>52</sup> expresa que entre el docente y el estudiante de debe generar y cultivar una amistad respetuosa y que si esa relación no se logra establecer o se rompe, la única solución posible es el alejamiento del docente ya que el estudiante es la razón de ser de la función enseñanza.

---

<sup>51</sup> En la Facultad de la década del 60 que viví como estudiante había dos docentes de "teóricas" cuyas clases eran consideradas como de las mejores: Artucio y Lucchini. Los dos profesores de historia. Artucio brillante charlista usaba todo su carisma en las exposiciones y seducía, al decir de Petit, a sus estudiantes. Lucchini austero en extremo, tímido, de voz monocrorde y tono bajo convencía al estudiante por el extremo rigor de preparación que revelaban sus clases y por el orden en el dictado, una versión taquigráfica de sus clases bien pudo haber sido editada con muy poco arreglo.

<sup>52</sup> Esta posición es la conocida como el "derecho de tacha". El documento a que se hace referencia fue publicado en el periódico Jornada perteneciente a la FEUU en octubre del año 1950 como un documento elevado por el CEDA a consideración del consejo fechado Setiembre de 1950.

*ANEXO 1*

*PROGRAMAS DE 1971*

## **REORGANIZACION DE LOS CURSOS DE ESTABILIDAD DE LAS CONSTRUCCIONES I A IV**

(Para ser aplicado a título experimental durante el año 1971)

### **INTROITO**

La reorganización que se propone es el resultado de una investigación y experimentación docente de varios años, cuyas conclusiones llevan a una metodología que permite dar una vivencia a los cursos y hacerlos útiles a los efectos del quehacer arquitectónico, tanto en los Talleres de la Facultad como en la vida profesional.

No pretende ser exhaustiva sino que sólo se pretende extenderla en forma coherente a los cuatro años actuales de la asignatura. Se trata, en este sentido, de hacer una primera experiencia integral para la que se trabajará con los actuales docentes en forma de equipo "vertical" a tono con la resolución del Consejo de Facultad en su sesión del 25 de marzo de 1971.

La propuesta de reorganización se apoya en tres principios extraídos del Plan de Estudios vigente:

- 1º. La enseñanza se desarrollará tomando como centro de interés y trabajo el problema real de arquitectura y no a partir de la teoría libresco que caracterizaba la docencia clásica. Se recurre ahora a la teoría sólo en lo necesario en cuanto pueda aportarnos un instrumento técnico para solucionar los problemas que presente el tema.
- 2º. Los temas se encarar integralmente, aunque luego pueda parcializarse su estudio a zonas o aspectos de interés de acuerdo a las particularidades del conocimiento que se quiera impartir.
- 3º. La docencia se impartirá graduándola en niveles acordes a las necesidades de la enseñanza que se imparte en el Taller, en los distintos cursos. En este sentido su enfoque será:
  - 1er. curso: a "nivel croquis", dirigido fundamentalmente a despertar inquietudes y el espíritu de observación, en una primera puesta en contacto con la problemática estructural.
  - 2do. curso: a "nivel anteproyecto", dirigido al diseño estructural. El curso deja de ser de "Resistencia" para pasar a ser de Estructuras como construcción de formas adecuadas al desarrollo de las funciones humanas. Se reducen a lo imprescindible los procedimientos de evaluación, poniendo énfasis en los valores que importan en un anteproyecto.
  - 3er. curso: a "nivel anteproyecto", con un criterio de complementación y mayor profundización de lo visto en los dos cursos anteriores.
  - 4to. curso: a "nivel proyecto", que permita una puesta a punto de los conceptos y conocimientos anteriores, con suficiente ajuste para que el estudiante pueda encarar con total solvencia y dominio su Proyecto (Carpeta), así como su ya próxima actuación profesional.

Como consecuencia de los tres principios expuestos, la docencia se impartirá partiendo de temas reales de arquitectura, tomados en lo posible de los Talleres de Arquitectura, de la actuación profesional o de las revistas especializadas.

Para asegurar la continuidad y coherencia de los cursos, éstos se retomarán en cada uno de ellos como una síntesis del inmediato anterior, profundizándose luego en lo específico del curso.

Se revisara la terminología que viene siendo usada, evitándose teoricismos estériles, empleando en su lugar un léxico arquitectónico que tienda, en todo momento a mantener el concepto de unidad de la obra arquitectónica, así como a comprender y visualizar el fenómeno físico que configura la construcción como definitoria del espacio.

En este sentido, se tomará la teoría y expresiones matemáticas no como un hecho en sí mismo sino como un hecho accesorio, como un recurso, un nuevo instrumento para evaluar y dominar el hecho físico y tomar decisiones formales.

En los programas adjuntos se ha eliminado el bolillado clásico, encarándolos en forma de guión a efectos de darle mayor flexibilidad.

Se elimina, también, la clásica división en clases teóricas y prácticas, entendiéndose la enseñanza como una acción única dirigida a trabajar alrededor del tema de arquitectura tomado como centro de interés, de modo que, en lugar de simplemente informar, tratar de estimular las facultades de observación, de adiestrar el raciocinio y sensibilizar al alumno frente a la problemática, de modo de obtener una enseñanza formativa que induzca a la creación en Arquitectura.

## **GUION DEL CURSO DE ESTABILIDAD DE LAS CONSTRUCCIONES I**

### **ORIENTACIÓN Y METODOLOGÍA**

- Se iniciará al alumno en la problemática que trae la construcción de la forma desde el punto de vista de los efectos que produce la carga en la materia, con un:
  - objetivo inmediato:
    - una información y orientación general que permita al alumno iniciar su trabajo creativo en el taller.
  - objetivo mediato:
    - posibilitar la posesión de un remanente de conocimientos generales que permita en el ciclo analítico abordar el estudio de lo general a lo particular.
- Se estudiará a través de ejemplos reales de los cuales se extraerán los distintos temas del curso, con una previa visión general del planteo función-forma-estructura, caracterizados por:
  - responder a una función simple.
  - ser posibles de estudiarse con los conocimientos básicos que da la estática.
- Se visualizará el problema planteado a través de: diapositivos, modelos esquemáticos, y gráficos, tendiendo a una captación global del mismo.

### **ESTRUCTURAS**

- La arquitectura como problemática general
  - La función en un medio socio-económico geográfico histórico.
  - La forma como respuesta a la función.
  - La concreción de la forma: CONSTRUCCIÓN DE LA FORMA.
- La problemática que trae la construcción de la forma:
  - Material y procedimiento constructivo.
  - Efecto que produce la carga.
  - Economía, permanencia en el tiempo.
- Esquema estructural.
- Cargas: índole y cuantificación.
- Análisis de funcionamiento y cuantificación de solicitaciones de estructuras (esquematzables en forma lineal y/o superficial, con tramos rectos y/o curvos) capaces de ser analizadas con los conocimientos de la estática.
  - Esfuerzos axiles.
  - Flexión y cortante.
  - Flexión compuesta.
- Verificación de secciones a través de la forma
  - Axil.
  - Flexión.
  - Flexión compuesta.

## **ESTABILIDAD I**

ENUMERACIÓN DE CONOCIMIENTOS NECESARIOS PARA DESARROLLAR LOS TEMAS INDICADOS EN EL GUIÓN

### 1. CARGAS

#### 1.1. Criterios para su determinación

- 1.1.1. Cargas permanentes
- 1.1.2. Cargas eventuales

### 2. CONOCIMIENTOS BÁSICOS

#### 2.1. Fuerza y momento

- 2.1.1. Definición
- 2.1.2. Representación, unidades, escalas
- 2.1.3. Ley del paralelogramo
- 2.1.4. Teorema de Varignon

#### 2.2. Funiculares

- 2.2.1. Justificación del trazado
- 2.2.2. Imposición de condiciones
- 2.2.3. Aplicaciones

#### 2.3. Equilibrio en el espacio y en el plano

- 2.3.1. Limitación del movimiento
- 2.3.2. Principio de acción y reacción
- 2.3.3. Principio de superposición
- 2.3.4. Vínculos
  - 2.3.4.1. Significado
  - 2.3.4.2. Construcción en distintos materiales
- 2.3.5. Condiciones de equilibrio
  - 2.3.5.1. Gráficas, en el plano
  - 2.3.5.2. Analíticas, en el espacio y en el plano

### 3. SOLICITACIONES

#### 3.1. Estructuras funiculares

- 3.1.1. Diseño mediante trazados gráficos

#### 3.2. Estructuras reticuladas

- 3.2.1. Equilibrio nodal
- 3.2.2. Método de Cremona
- 3.2.3. Métodos de Culmann y Ritter

#### 3.3. Estructuras esquematizables en forma lineal y/o superficial, con tramos rectos y/o curvos

- 3.3.1. Relaciones entre carga, cortante y flector
- 3.3.2. Diagramas de solicitaciones
- 3.3.3. Línea de presiones

#### 3.4. Comportamiento general de estructuras laminares planas y curvas

### 4. VERIFICACIÓN DE SECCIONES

#### 4.1. Tensión normal

- 4.1.1. Ley de Hooke
- 4.1.2. Ley de Navier
- 4.1.3. Principio de superposición

#### 4.2. Centros de gravedad y evaluación de momentos de inercia de secciones planas

## **GUION DEL CURSO DE ESTABILIDAD DE LAS CONSTRUCCIONES II**

Relación entre la función como razón de ser la arquitectura, su respuesta formal, y la estructura como construcción de la forma. Influencia en la misma del equipamiento que habilita el espacio arquitectónico.

- Observación del mismo concepto básico en los objetos de uso común que nos rodean, dando por resultado el diseño industrial.

La carga como problema que surge del material utilizado para construir, y la carga de servicio.

- Acción de la carga en un lugar: fuerza y momento (palanca)
- El camino material. Trascendencia en el diseño.

Cuantificación del problema: las solicitaciones. Discernimiento y estudio de las que importan fundamentalmente en el diseño.

Verificación de la forma planteada. Rendimiento de distintos materiales ante los valores que importan en un anteproyecto.

Problema de la continuidad en la construcción, para la carga y/o para la palanca. Isostaticidad e Hiperstaticidad. Formas y acciones que provocan desplazamientos.

EL NIVEL DE LA ESEÑANZA, EN CUANTO A CONOCIMIENTOS Y CONCEPTOS, SE LLEVARA DE MODO QUE EL ALUMNO ESTE EN CONDICIONES DE PLANTEAR CON CIERTA SOLVENCIA SU ANTEPROYECTO DE ARQUITECTURA EN EL TALLER, DENTRO DE LAS MAS DIVERSAS FORMAS ESTRUCTURALES.

## **ESTABILIDAD II**

ENUMERACIÓN DE CONOCIMIENTOS NECESARIOS PARA DESARROLLAR LOS TEMAS INDICADOS EN EL GUIÓN

### 1. CARGAS

- 1.1. Criterios para su determinación
  - 1.1.1. Cargas permanentes
  - 1.1.2. Cargas eventuales (sobrecargas)
- 1.2. Norma UNIT 33-46
- 1.3. Nociones sobre problemas de las sobrecargas (estados de carga)

### 2. HIPÓTESIS

- 2.1. Nociones de Teoría de la Elasticidad
- 2.2. Nociones sobre plasticidad

### 3. SOLICITACIONES

- 3.1. Estructuras de tramos lineales rectos. Resolución por el método de Cross
  - 3.1.1. Estructuras con nudos indesplazables (caso general y simétricos)
    - 3.1.1.1. Inercia constante en los tramos
    - 3.1.1.2. Inercia variable en los tramos
  - 3.2. Estructuras de tramos superficiales planos
    - 3.2.1. Placas rectangulares con cargas normales a su plano (macizas y huecas)
      - 3.2.1.1. Apoyadas en dos lados opuestos
      - 3.2.1.2. Apoyadas en todo su contorno
    - 3.2.2. Placas con carga contenida en su plano (viga-placa)
- 3.3. Comportamiento general de estructuras de láminas curvas y plegadas

### 4. ESTUDIO DE SECCIONES (VALORIZANDO LA TRASCENDENCIA DE CADA SOLICITACIÓN EN LA FORMA DE LA MISMA)

- 4.1. Nociones sobre el comportamiento estructura de distintos materiales
  - 4.1.1. Madera
  - 4.1.2. Acero
  - 4.1.3. Hormigón armado
- 4.2. Estudio de secciones en tramos solicitados a:
  - 4.2.1. Esfuerzos axiales
    - 4.2.1.1. Compresión
      - 4.2.1.1.1. Tramos cortos
      - 4.2.1.1.2. Tramos esbeltos (criterios prácticos)
      - 4.2.1.1.3. Tracción
  - 4.2.2. Flexión simple
  - 4.2.3. Esfuerzo axial y momento flector
    - 4.2.3.1. Preso-flexión
      - 4.2.3.1.1. Pequeña excentricidad
      - 4.2.3.1.2. Gran excentricidad
    - 4.2.3.2. Tenso-flexión
      - 4.2.3.2.1. Pequeña excentricidad
      - 4.2.3.2.2. Gran excentricidad

## **GUION DEL CURSO DE ESTABILIDAD DE LAS CONSTRUCCIONES III**

### **ORIENTACIÓN Y METODOLOGÍA**

- Se complementará el conocimiento necesario para el anteproyecto, iniciado en el año anterior, profundizándolo a efectos de resolver todo tipo estructural, llegando en las distintas teorías hasta la definición formal.
  - Objetivo mediato: completar los elementos necesarios para la concreción del anteproyecto en el taller.
  - Objetivo inmediato: completar las bases para realizar el curso siguiente.
- Se presentarán primeramente los ejemplos arquitectónicos seleccionados de donde se extraerán los distintos temas del curso con una previa visión general del planteo arquitectónico.
- Se visualizará el problema a través de diapositivas, modelos esquemáticos y gráficos, tendiendo a una captación global del planteo arquitectónico.

### **ESTRUCTURAS**

- Planteo
  - funcional – formal -estructural
  - uso del material – proceso constructivo
  - economía- seguridad
- Esquema estructural: estudio simplificado de una hipótesis de trabajo.
- Cargas:
  - permanentes y eventuales
  - criterios para su determinación
  - estudios de casos simples de estados de carga
- Análisis de solicitaciones en estructuras esquematizables linealmente, con tramos rectos y/o curvos.
  - Estudio de dimensionado hasta la definición formal en distintos materiales
  - flexión: - recta
  - oblicua
  - axil - inestabilidad elástica
  - flexión compuesta
- Análisis de solicitaciones en estructuras esquematizables superficialmente, planas, de simple y doble curvatura.

Verificación y/o dimensionado en lo relacionado a la forma, en distintos materiales

### **ESTABILIDAD III**

ENUMERACIÓN DE CONOCIMIENTOS NECESARIOS PARA DESARROLLAR LOS TEMAS INDICADOS EN EL GUIÓN

#### 1. CARGAS

- 1.1. Criterios para su determinación
  - 1.1.1. Cargas permanentes
  - 1.1.2. Cargas eventuales (sobrecargas)
- 1.2. Norma UNIT 33-46, 50-48, NV 60
- 1.3. Problemas de las sobrecargas (estados de carga)
  - 1.3.1. Casos que importan para la estabilidad del conjunto
  - 1.3.2. Casos sencillos que importan en las sollicitaciones de las partes
- 1.4. Empujes
  - 1.4.1. Líquidos
  - 1.4.2. Tierras

#### 2. HIPÓTESIS

- 2.1. Nociones de Teoría de la Elasticidad
- 2.2. Nociones sobre plasticidad

#### 3. SOLICITACIONES

- 3.1. Estructuras reticuladas hiperestáticas
  - 3.1.1. Método de Maxwell
    - 3.1.1.1. Estudio de deformaciones
- 3.2. Estructuras de tramos curvos o rectos y curvos simultáneamente
  - 3.2.1. Método de Maxwell-Mohr
    - 3.2.1.1. Estudio de deformaciones
- 3.3. Estructuras de tramos superficiales planos
  - 3.3.1. Placas planas con cargas normales a su plano
  - 3.3.2. Placas planas con cargas contenidas en su plano
  - 3.3.3. Plegado
- 3.4. Estructuras destinados a la contención
  - 3.4.1. Líquidos. Distintos tipos de tanques
  - 3.4.2. Tierras. Soluciones con distintos materiales
- 3.5. Comportamiento general de estructuras de láminas curvas
  - 3.5.1. Cáscaras
    - 3.5.1.1. Simple curvatura
    - 3.5.1.2. Doble curvatura
  - 3.5.2. Membranas

#### 4. ESTUDIO DE SECCIONES EN TRAMOS DE DISTINTOS MATERIALES

- 4.1. Tramos sollicitaciones a esfuerzo axial de compresión
  - 4.1.1. Inestabilidad elástica
    - 4.1.1.1. Concepto
    - 4.1.1.2. Solución de Euler
    - 4.1.1.3. Solución de Vianello-Pippard
    - 4.1.1.4. Coeficiente  $\omega$
    - 4.1.1.5. Nociones de Hormigón armado en Estado III
- 4.2. Tramos sollicitados a esfuerzo axial de tracción
- 4.3. Flexión simple
  - 4.3.1. Recta
  - 4.3.2. Oblicua
- 4.4. Tramos sollicitados a esfuerzo axial y momento flector
  - 4.4.1. Materiales homogéneos y hormigón armado en Estado I (sección cualquiera)
    - 4.4.1.1. Ubicación de la línea neutra
    - 4.4.1.2. Núcleo central

- 4.4.1.3. Evaluación de tensiones
- 4.4.2. Pretensionado
- 4.4.3. Hormigón armado en Estado II
  - 4.4.3.1. Criterio de Losser para gran y pequeña excentricidad. Secciones rectangulares y nervadas
  - 4.4.3.2. Criterio de Morsch para secciones cualesquiera
- 4.4.4. Nociones de hormigón armado en Estado III

*ANEXO 2*

*ESTABILIDAD IV*

TEMARIOS 1965 Y 1975<sup>53</sup>

---

<sup>53</sup> Dado que en los Programas de 1971 no existió el correspondiente a Estabilidad IV se incorpora esta información.

## TEMARIO DEL CURSO DE ESTABILIDAD DE LAS CONSTRUCCIONES IV DEL AÑO 1965

Arq. Julio García Mantegazza<sup>54</sup>

Se tomó como pretexto para el desarrollo del curso una piscina cerrada ubicada en la ciudad de Wuppertal, B.R.Deutschland, que consta de una cubierta colgante apoyada en las costillas que conforman las graderías.

- Presentación del ejemplo y definiciones.  
Definición de estructura.  
Metodología de análisis estructural.  
Análisis de cargas.
- Estudio de la cubierta colgante  
Ecuación de la catenaria.  
Ecuación de la parábola.  
Soluciones constructivas.
- Estudio de la viga longitudinal de apoyo de la cubierta.  
Solicitaciones por manejo de tablas.  
Desarrollo de la teoría clásica para el dimensionado a flector para sección rectangular.  
Organización de armaduras longitudinales. Diagrama de áreas cubiertas.  
Deslizamiento (tensiones rasantes). Verificaciones, determinación de armaduras, altura constante y variable, organización de estribos y doblados, Procedimiento gráfico.
- Estudio de la costilla. (parcial, tramos en ménsula)  
Preso y tensoflexión en hormigón armado según Saliger.
- Estudio de la losa de gradería.  
Análisis del efecto de las cargas eventuales.  
Desarrollo de la teoría clásica para el dimensionado a flector para sección nervada.
- Estudio de la costilla. (parcial, resto de los tramos)  
Método de Cross para estructuras sin desplazamiento.  
Diagramas de solicitaciones

---

<sup>54</sup> Extraído de apuntes tomados por el autor.

## TEMARIO DEL CURSO DE ESTABILIDAD DE LAS CONSTRUCCIONES IV DEL AÑO 1975

Arq. Julio García Mantegazza<sup>55</sup>

Se tomó como pretexto para el desarrollo del curso una unidad de vivienda duplex de dos dormitorios en un conjunto habitacional.

- Presentación del ejemplo y definiciones.
- Estudio del techo conformado por losas inclinadas.  
Losas sobre cuatro apoyos según Grashoff-Marcus, estudio de continuidades por fajas.  
Desarrollo de la teoría clásica para el dimensionado a flector para sección rectangular y nervada.  
Organización de armaduras en losas. Puntos de momento nulo. Diagrama de áreas cubiertas.
- Estudio de las vigas de fundación.  
Proyecto de armaduras longitudinales y transversales. Diagrama de áreas cubiertas y distribución de estribos.
- Estudio del entrepiso.  
Estudio de cargas lineales sobre losas macizas y nervadas.
- Verificación de muros portantes.  
Según monografía 238 del Instituto Torroja.
- Estudio de la escalera.
- Fundaciones. Se plantean distintas soluciones según posibles suelos.  
Descripción de dispositivos.  
Pilares.  
Bases rígidas y flexibles.  
Datos  
Vigas con apoyo profundo.
- Vigas placa.
- Estados de carga.
- Losas de doble carpeta con vigas incluidas.
- Pilares zunchados.
- Presoflexión en hormigón armado según Saliger.
- Fundación excéntrica.

---

<sup>55</sup> En base a los apuntes tomados por un estudiante

*ANEXO 3*

*INTRODUCCIÓN A LOS PROGRAMAS DE 1996*

## OBJETIVO GENERAL DEL AREA TECNOLOGICA

Se explicita el objetivo de la formación técnica en arquitectura a partir del lugar que ocupa la técnica en el trabajo del arquitecto y en los procesos intelectuales que producen la decisión técnica en su aspecto epistemológico.

La relación del arquitecto con la técnica no es localizable en un momento determinado de su trabajo, sino que es constante, no por eso homogénea. En cada una de las facetas del proyecto esta relación es específica:

- **Desde la consideración del programa**, las posibilidades técnicas existentes son evaluadas, en particular en función de las condiciones de la producción y de la organización del trabajo.
- **En el trabajo de concepción** (desde el esbozo al anteproyecto), un partido constructivo se afirma paralelamente a la definición del proyecto y se operan las principales opciones tecnológicas.
- **La puesta a punto del proyecto definitivo y de sus detalles**, que resulta de la elaboración de prescripciones técnicas contenidas en los diversos documentos gráficos y escritos, permitiendo la ejecución y el control posterior de los trabajos.
- **El control de la realización de la obra.**
- **El estudio del uso**, relacionado con la calidad de vida aportada y la conservación.

Ahora bien, la concepción técnica del edificio articula dos vertientes: una funcional, la de los objetivos particulares de la estabilidad del edificio y el control de los ambientes; y una vertiente producción: la fabricación y sus condiciones.

Esta articulación delimita el dominio en el cual se ejerce el pensamiento técnico del arquitecto: define también el objetivo de la concepción técnica del edificio.

Se aborda la enseñanza de las disciplinas técnicas en la enseñanza de la arquitectura en términos de **formación técnica para arquitectos** y no en términos de enseñanza de la construcción y de las ciencias aplicadas.

Se tratará que el estudiante y futuro arquitecto sea capaz de:

- Considerar el problema planteado por el proyecto, en su totalidad, para así proponer o inventar una solución arquitectónica técnicamente compatible.
- Verificar la factibilidad de las soluciones posibles y su compatibilidad entre los aspectos funcionales, la expresión estética formal y las normativas vigentes. Si fuera necesario transformarlas y adaptarlas, sin por eso desnaturalizarlas.
- De asimilar el hecho de que esas transformaciones necesitan la coordinación y el control de universos técnicos y conceptuales heterogéneos, caracterizados por órdenes de importancia y precisión radicalmente diferentes.
- De articular una forma de pensamiento de la construcción definiendo procesos de decisión para el proyecto y de operaciones en la ejecución, sincrónicamente, en las cuales las relaciones entre el proyecto y sus partes obedezcan a una lógica del proyecto.

Se entiende que la formación técnica en arquitectura debe transmitir saberes en parte a través de una pedagogía específica (los cursos teórico-prácticos), en parte a través de ejercitaciones de anteproyecto y proyecto y articular estos dos aprendizajes de tal forma que

en dicha práctica se realice la aplicación de los conocimientos constructivos. Esta debe desarrollarse siempre de manera tal que se asuma en su globalidad una postura clara del proyecto.

El trabajo de proyecto debe llevar a un trabajo de profundización y de búsqueda, individual o colectiva, como complemento de la formación inicial.

Este trabajo de profundización y búsqueda puede satisfacerse con los conocimientos disponibles, o bien nos encontramos con la necesidad de nuevos conocimientos que requieran para crearlos la confrontación de conocimientos adquiridos. Esta situación es análoga en todos los casos de invención.

## **OBJETIVO GENERAL DE LA ASIGNATURA**

El objetivo de la asignatura Estabilidad de las Construcciones será el de capacitar al estudiante y futuro arquitecto a:

- Comprender que el diseño estructural interviene en la limitación y caracterización espacial y en la definición formal de su proyecto.
- La resolución del diseño estructural con comprensión del funcionamiento de la solución adoptada, pudiéndose llegar en determinados casos a la verificación (proyecto) de la misma.
- Poseer una metodología y una base de conocimientos sólida para estudiar o crear nuevas estructuras frente a nuevas ofertas tecnológicas.
- Ser capaz de realizar una dirección de obra con conocimiento cabal de los fundamentos que sustentan la solución adoptada.

## **LA ENSEÑANZA DE LA ASIGNATURA:**

\*\* Enfocará los conocimientos que permitan encarar adecuadamente la estructura resistente dentro de la obra de arquitectura en las diversas etapas y niveles de actuación, del anteproyecto a la realización.

- \*\* Reafirmando conceptos que desde la reorganización de 1971 han pautado la enseñanza:
- a.- Se desarrollará tomando como centro de interés y trabajo un tema de arquitectura. Se recurre a la teoría (conocimiento abstracto) en cuanto pueda aportar un instrumento técnico para solucionar los problemas que presente el tema.
  - b.- Los temas se encararán integralmente, aunque luego pueda parcializarse su estudio a zonas o aspectos de interés de acuerdo a las particularidades del conocimiento que se quiera impartir.
  - c.- Se graduará en niveles acordes a la enseñanza que se imparta en el taller.

La presencia de la dimensión estructural se debe dar desde el inicio de la idea arquitectónica; se irá desarrollando paralelamente a la concreción: del croquis al anteproyecto y finalmente el proyecto. En cierta medida, se avanza en los estudios como se avanza en la creación y concreción de la tarea profesional. Esto es con un carácter concéntrico en el desarrollo de los temas que los sucesivos cursos estudiarán desde distintos aspectos.

\*\* Será como lo dice el Plan de Estudios intensiva, es decir, dirigida a obtener un conocimiento en profundidad, bien fundamentado. El profesional que egresa de la Universidad debe estar adecuadamente formado e informado.

Debe estar informado puesto que, inmediatamente a la obtención del título ya tiene todas las responsabilidades inherentes a su profesión.

Esta información no puede ser lógicamente total, pero sí debe ser lo suficientemente completa a los efectos que pueda desarrollar su labor, con solvencia, ya en los inicios de la tarea profesional.

Detrás de una actuación profesional responsable debe existir un bagaje de conocimientos adecuados en cantidad y calidad, actualizados y coherentes. El cumplimiento de estos requisitos hace que el profesional actúe con adecuada seguridad y firmeza en sus decisiones.

Deber estar formado puesto que al ser los conocimientos recibidos necesariamente incompletos y referidos a un determinado momento, debe estar en condiciones de asimilar nuevos conocimientos o de variarlos de acuerdo con el desarrollo técnico que pueda operarse en el futuro.

Se privilegiará la captación de las metodologías que permitan visualizar las coordenadas que rigen las decisiones, formando una conciencia crítica de las soluciones ofertadas.

\*\* Los contenidos temáticos de los cursos deben dictarse basados en sus fundamentos e hipótesis básicas, a partir de los cuales se elaborarán los desarrollos posteriores.

Todo ello debe ser comprendido en un "tiempo" adecuado pedagógicamente a efectos que puedan ser asimilados por los estudiantes.

\*\* Se desarrolla en distintos ámbitos: privilegiadamente en el de los cursos específicos, en el de Introducción a la Tecnología, en el de Practicantado, en el de otros cursos globalizadores del área tecnológica que se puedan instrumentar de futuro y en el del taller en sus distintos curso

*ANEXO 4*

*DOCUMENTO DE 2003*

# PROPUESTA DE OBJETIVOS Y CONTENIDOS PARA LOS CURSOS DE ESTABILIDAD DE LAS CONSTRUCCIONES EN EL PLAN 2002

## 1.- OBJETIVOS

Según el Plan de Estudios (artículo 6):

*"El objetivo del Área Tecnológica es formar en los conocimientos necesarios para lograr que al obra arquitectónica en todas sus escalas sea capaz de brindar las prestaciones de confort, estabilidad y durabilidad que se le exigen en un entorno ambiental, socioeconómico y productivo determinado.*

*En su enseñanza se privilegiará la captación de metodologías que permitan visualizar las coordenadas que rigen las decisiones, formando conciencia crítica de las soluciones ofertadas.*

*Todas las asignaturas que integran el área deben contribuir al proceso de formación en la proyectación, la ejecución y el análisis del uso de las obras de arquitectura. La definición de los medios y procedimientos de materialización es parte del proceso general de enseñanza-aprendizaje en la elaboración del proyecto."*

*"El objetivo de Estabilidad de las Construcciones es formar en el conocimiento técnico necesario para el diseño estructural, como parte integral de la obra arquitectónica, en todo su proceso desde el anteproyecto a la dirección."*

Los cursos que se proponen dentro de la asignatura Estabilidad de las Construcciones deben propender a sentar las bases que permitan resolver técnicamente la propuesta de organización material responsable de la estabilidad de la obra de arquitectura (estructura) reconociendo el papel de la misma en la resolución formal-espacial y la importancia de su proceso de materialización.

Los cursos que pertenecen al primer ciclo del Plan (dos) están referidos a la etapa del anteproyecto. Privilegiarán a través de sus objetivos y contenidos el aprendizaje de habilidades que respalden la resolución formal de los anteproyectos.

El tercer curso propuesto, incluido en el segundo ciclo del Plan, está referido a la etapa del proyecto. Privilegiará a través de su objetivo y contenido el aprendizaje de habilidades que respalden el proceso de materialización de la obra.

Los tres constituyen un conjunto coherente de profundización creciente en la disciplina.

**El objetivo del primer curso de Estabilidad de las Construcciones** (Primer Ciclo, 10,5 créditos) es formar en el conocimiento técnico necesario para el diseño estructural, generando la comprensión de los modelos de comportamiento de los distintos tipos estructurales y del vínculo existente entre el tipo de deformación y el estado tensional resultante, a los efectos de posibilitar:

- el manejo técnicamente sustentado de herramientas de diseño estructural a nivel anteproyecto.
- la adquisición de habilidades que permitan el abordaje de las temáticas de los cursos siguientes.

**El objetivo del segundo curso de Estabilidad de las Construcciones** (Primer Ciclo, 10,5 créditos) es formar en el conocimiento técnico necesario para el diseño estructural, particularizando en las estructuras de entramado hiperestáticas y en el hormigón armado como material estructural de mayor utilización en nuestro medio, a los efectos de posibilitar:

- el manejo técnicamente sustentado de herramientas de diseño estructural que permiten determinar la viabilidad dimensional de las formas a nivel anteproyecto en ese tipo de estructura y material.
- la adquisición de habilidades que permitan el abordaje de la temática del curso siguiente .

**El objetivo del tercer curso de Estabilidad de las Construcciones** (Segundo ciclo, 11 créditos) es formar en el conocimiento técnico necesario para el diseño estructural, particularizando en la definición a nivel proyecto de los tipos estructurales de mayor utilización en el medio, a los efectos de posibilitar:

- la participación del arquitecto en la definición del proyecto estructural
- el desempeño en la dirección de obra.

## 2.- CONTENIDOS SUMARIOS

La siguiente enumeración de contenidos debe entenderse referida en su aplicación a anteproyectos que irán pautando en su resolución el desarrollo de los cursos.

**El contenido sumario del primer curso de Estabilidad de las Construcciones** (Primer Ciclo, 10,5 créditos) es:

El conocimiento técnico necesario para el diseño estructural a nivel anteproyecto en referencia a:

- El comportamiento de los elementos estructurales pertenecientes a estructuras: de cables, reticuladas, y aporticadas.
- El estado tensional, en secciones normales, de los elementos componentes de los tipos estructurales antes mencionados.
- La posibilidad de respuesta de los materiales, con énfasis en la madera y el acero.
- El análisis de la génesis de la estructura en un proyecto de arquitectura particular.

**El contenido sumario del segundo curso de Estabilidad de las Construcciones** (Primer Ciclo, 10,5 créditos) es:

El conocimiento técnico necesario para el diseño estructural a nivel anteproyecto en referencia a:

- El comportamiento de los entramados hiperestáticos.
- Métodos de resolución manual y computarizada de entramados hiperestáticos.
- Las posibilidades del hormigón armado como respuesta a las exigencias derivadas de las estructuras de entramado. Viabilidad dimensional de las secciones críticas.

**El contenido sumario del tercer curso de Estabilidad de las Construcciones** (Segundo ciclo, 11 créditos) es:

**El conocimiento técnico necesario para el diseño estructural a nivel proyecto en referencia a las estructuras asociadas a los sistemas constructivos de mayor utilización en el medio:**

- Sistemas constructivos de losas de hormigón armado y muros portantes.
- Sistemas constructivos de entramados portantes de hormigón armado.
- Sistemas constructivos con cerramientos superiores o intermedios livianos.

Se deberá considerar también la actuación sobre obra realizada, reformas y reciclajes.