

ARQUITECTOS E INGENIEROS: EL PROYECTO

Néstor Juan Mineo* –Arquitecto

Miguel Cilley** – Arquitecto

*Profesor – investigador – Facultad de Ing. UNICEN

**Docente – investigador – Facultad de Ing. UNICEN

RESUMEN

Si bien el trabajo proyectual supone un hecho esencialmente personal, la explotación de la idea constructiva será a menudo, colectiva.

Cuando, además, se deseen utilizar estructuras nuevas y complejas, el problema se torna diferente. Se tiene una primera etapa de concepción, en la que se define el tipo y la forma de la estructura de acuerdo con la idea general del proyecto y la sensibilidad del arquitecto; pero no se puede pasar tan simplemente de esta etapa a la de dimensionar, como un hecho meramente ejecutivo. Hace falta un paso muy importante: interpretar la forma estructural imaginada para plantear las hipótesis que hagan posible dimensionarla.

El objetivo es lograr una mejor articulación entre Ingenieros y Arquitectos en el desarrollo del proyecto, a través de un proceso educativo basado en la creatividad y la integración.

El diseño estructural es una tarea que requiere una suma de conocimientos y experiencias que sólo un especialista puede tener y que incluye procedimientos diversos, como los ensayos sobre modelos.

Hoy, que la profesión de Ingeniero ha perdido el carácter general que tuvo hasta comienzos del siglo XX, parece plausible pensar que el especialista en estructuras de edificios se formase partiendo de las mismas bases del arquitecto, pero con una preparación sucesivamente especializada.

ABSTRACT

While the work of the design represents an essentially personal. Indeed, the exploitation of the constructive idea will be often collectively.

When, in addition, they may wish to utilize new and complex structures, the problem becomes different. It has an initial design stage, which defines the type and shape of the structure agree with the general thrust of the project and the sensitivity of the architect, but it can not be passed as simply this stage of the measure, as a purely executive. It takes a very important step: to understand how structural imagined to raise the hypothesis that make it possible to give dimensions.

The objective is to achieve better coordination between Architects and Engineers in the development of the project through an educational process based on creativity and integration.

The structural design is a task that requires an amount of knowledge and experience that only a specialist can take and that includes many different procedures, including tests on models.

Today, that the profession has lost Engineer of the general nature which took until the early twentieth century, it seems plausible to think that the specialist buildings are structures formed from the same basis of the architect, but with a specialized preparation successively.

1. INTRODUCCION

El arte de construir exige del Maestro de Obras (arqu. o ing.), la posesión de una auténtica suma de conocimientos, que abarca todo cuanto se pueda analizar o sentir con respecto a las necesidades del hombre real. Así también, abarca la mayor parte de innumerables medios, que ha puesto el progreso de las ciencias físicas en las manos de los técnicos.

Pero cada uno de estos conocimientos, que se presentan como una ayuda, importa una condicionante más para el Maestro. El arte de construir, comparado con las demás artes, aparece así cercado por un doble tejido de imposiciones: unas tienen que ver con la materia y otras con el conocimiento. *Obedecerlas juiciosamente y, al proceder de este modo, obligarlas a servir y a convertirse en soportes de la idea poética, constituye el secreto y la razón de ser del maestro de obras y, al propio tiempo, el origen de esta magistratura de inigualable importancia de la que, entre los maestros de las demás artes, se encuentra revestido.*¹

El Maestro de obras ideal, sería así, un humanista que abarcara en sí mismo a dos diferentes actores: arquitecto e ingeniero. Algo así como fueron los constructores de las Catedrales. ¿Qué entender por humanista? *Aquél en quien permanece despierto un sentido adormecido o apagado en la mayoría, en esta época abocada al racionalismo integral: el sentido de la unidad del ser, a través de la diversidad de las formas.*²

Pero en la sociedad contemporánea, abundan los títulos de los distintos géneros. Las escuelas que los instruyeron, imprimieron en sus espíritus, unos caracteres más o menos indelebles, cuyas marcas más profundas se ajustan a las disciplinas más rigurosas: la estética y el análisis matemático. *Disciplinas admirables, si bien siempre en la medida, restringida a veces, en que no inciten a los suyos, tanto por su mutismo como por su orgullo, a negligir en la práctica esta finalidad esencial, común a todas las empresas imaginables, sin la cual no poseerían ningún derecho a la existencia: un mejor bienestar para el hombre, teniendo en cuenta su felicidad y su propia realización.*³

El peligro de las Bellas Artes consiste en preferir la fachada al alojamiento, y el del Politécnico, en preferir el Kw. al músculo. Sin una conciencia de sus deberes en relación con el hombre, sin una aspiración hacia lo humano, un arquitecto o un ingeniero sólo encontrarían su puesto en un mundo de robots.

Por otra parte, debido al hecho de actuar sobre el entorno físico, la arquitectura y la ingeniería se relacionan con la naturaleza, y por su necesidad de expresarse mediante formas expresivas, con el arte.

Este trabajo trata de mostrar, a través de la opinión de varios de los mejores Maestros del siglo pasado, desde sus diferentes enfoques, una línea de pensamiento que los une, basada en la libertad, la solidaridad, la cooperación, la amplitud mental, la superación de la miseria humana.

2. LA EDUCACION

Sería imposible comprender la realidad de los problemas profesionales de la construcción sin adentrarse un tanto en los problemas de la educación. Para ello se ha elegido un libro básico y revolucionario en el concepto de sobre qué bases,

superadoras del racionalismo actual, debería fundarse una nueva educación: "Educación por el Arte" de Herbert Read.

*Creo que el defecto de nuestro sistema educacional es precisamente nuestro hábito de establecer territorios separados y fronteras inviolables.*⁴.

El sistema de equipos interdisciplinarios hacia el cual debiera tenderse, y que se defiende en este trabajo, debe basarse en la integración de todas las facultades biológicamente útiles en una actividad orgánica. En última instancia, no se hace distinción entre ciencia y arte, salvo como métodos, en la certeza de que la oposición creada entre ambas se ha debido a una concepción limitada de las mismas. *El arte es representación, la ciencia es explicación, de la misma realidad.*⁵

La educación, para desgracia de los educadores, es un tema sobre el cual la mayoría de las personas puede alegar experiencia – aunque sea sólo la de un conejillo de indias ⁶-. No obstante, se debe ser muy humilde en presencia de los valientes hombres y mujeres que luchan desde el jardín maternal hasta el secundario, con problemas de equipo y de ambiente; con problemas de seguridad económica y de integridad profesional. Así, este trabajo no está hecho desde la pedantería, aunque tampoco desde la condescendencia, ya que también se ha sufrido el sistema educativo en carne propia, también se ha visto lo inadecuado del sistema en nuestros hijos, y también, modestamente, se trata de educar en la universidad tratando de revertir este estado de cosas.

Y en la universidad se ven las fallas cuando es muy difícil solucionarlas, si no imposible. Y no se trata, como siempre se publicita superficialmente el tema, sólo de pocas horas de clases o de escasez de contenidos, sino de una estructura racionalista que frustra la imaginación y la creatividad, desde la más tierna infancia. Así, las materias enseñadas aparecen como una estructura de lógica llenada con hechos; y la actividad cerebral, confundida con la de una computadora, con la misma imaginación, sensaciones y sensibilidad que ella puede tener. Si lo que se aspira es a formar robots, la educación es perfecta. Pero si, como se declara, la finalidad de la educación es formar seres humanos, habrá que replantearse las cosas profundamente. Y no se trata de agregar materias o actividades "humanísticas y sociales", como suele interpretarse. Lo imaginativo no se opone a lo lógico, lo creador a lo didáctico, lo artístico a lo utilitario, y no se trata de quitar o agregar materias, sino de inducir un modo de desarrollo mental que integre lo racional y lo orgánico. No debe concebirse el programa como colección de materias.

El conocimiento, en el sentido de información lógicamente ordenada y memorizada, es necesario; pero puede adquirirse en la fase adolescente del desarrollo mental, siempre que en la fase anterior se hayan establecido los fundamentos de una sabiduría natural. *Esto significa que la totalidad de la fase primaria de la educación debería reorganizarse sobre un plan integral en el cual las materias individuales pierdan sus contornos actuales, definidos y artificiales, para confundirse en una actividad total constructiva o creadora, continuando en este sentido los métodos de enseñanza de los jardines de infantes.* ⁷

*Se cuestiona toda la estructura del sistema educacional, juntamente con la planificación arquitectónica de la escuela, los métodos de enseñanza, el entrenamiento de los maestros y la medición de los resultados. Y como no nos preocupa la producción de esa cosa artificial, **el erudito**, sino una unidad social*

*orgánica, el ciudadano, debemos planear nuestro sistema educacional en relación con el amplio esbozo de un fondo social.*⁸

Por otra parte, *nada podría concebirse tan inadecuado en cuanto método educativo, tan lastimosamente fragmentario como el sistema de aulas con que se enseñan las materias.*⁹

Así, si la finalidad de la educación es la integración, no es información lo que necesita el niño, sino sabiduría, equilibrio, autorrealización, rapidez; cualidades que sólo pueden provenir de un entrenamiento unificado de los sentidos, para la actividad de vivir. En la actualidad aprender es a menudo *saber*, sin preocuparse mucho por *sentir* y nada por *hacer*. La idea es hacer algo que uno sabe, poniendo en ello su corazón.

Debe hacerse para ello hincapié en la continuidad del proceso educativo, desistiendo *del hábito común de considerar al alumno de la escuela elemental y al de la secundaria como dos animales diferentes, para quienes deben prepararse distintas jaulas y distintos guardianes.*¹⁰

El ejemplo debiera ser la maestra rural, que enseña a los niños esos conocimientos y capacidades que los expertos juzgan los más útiles socialmente. Sin ayuda, en un aula común, debe ser el ejemplo para todos los maestros, elementales o secundarios, incluso universitarios. No habrá dictado ni calco y escaso trabajo de copia; pero mucha imaginación, mucho trabajo para el desarrollo de imágenes mentales. El poder de hacer cosas con habilidad se debe mantener en constante crecimiento.

*La educación es una preparación para las actividades comunales, y la mejor educación, desde el punto de vista de la sociedad, es aquélla que convierte al individuo en una unidad que coopera libremente dentro de un grupo. Si hemos de mantener presente la aplicación social de la educación, el principio rector debe ser la cooperación, no la competencia.*¹¹

3. EL MAESTRO DE OBRAS

Acercándonos al tema específico de nuestras profesiones, se basará esta parte en dos libros: “La casa del hombre” de Le Corbusier y “Teoría de la Arquitectura” de Enrico Tedeschi.

En el siglo XVIII se crea la escuela de ingenieros, puramente técnica, dirigida a la construcción de puentes y caminos; *pero el progreso que se manifestó en el siglo XIX en los distintos sectores de la técnica atrajo poco a poco a su ámbito a todas las ramas de la construcción, y por afinidad a la arquitectura. Empezó entonces una interferencia en el campo profesional cuyos efectos aún hoy se mantienen, y que veía actuar para el mismo fin a dos personas de muy diferente formación: El ingeniero, apoyado en una preparación teórica especialmente matemática y física, y el arquitecto, que utilizaba los recursos del dibujo y de la práctica de obra, pues a la enseñanza escolar se agregaba un período de práctica a las órdenes de un arquitecto más experto en la profesión. De esta manera se ofrecían dos caminos diferentes, y puede decirse opuestos, para quienes deseaban alcanzar un objetivo que debería haber sido único: la arquitectura y su aprendizaje.*¹²

A causa de esta situación, los arquitectos tanto como los ingenieros, debieron completar su preparación teórica, así técnica como cultural. Se crearon nuevos

cursos que, por su método analítico e informativo, estaban evidentemente influidos por los de las escuelas de la otra rama, y en los que se trataban de resumir los conocimientos culturales, técnicos y profesionales que pudieran afirmar sus respectivas posiciones, como profesionales completos de la construcción.

El auge de las profesiones técnicas que se manifestó en las primeras décadas de nuestro siglo ha llevado a una sucesiva transformación en la preparación del arquitecto. En primer término, tanto el arquitecto y el ingeniero, considerados hasta entonces como hombres expertos en disciplinas de carácter práctico, se transforman en universitarios.

*Cuando los antiguos institutos técnicos o escuelas de bellas artes pasaron a denominarse facultades o escuelas superiores, no se trató de un simple cambio de nombres. Fue más bien el reconocimiento de la importancia de los factores técnicos en la cultura de nuestra época, y la necesidad de una participación más eficaz, en un sentido social, de todas las actividades humanas en la edificación de la cultura contemporánea. Se entendió que el arquitecto no podía ser un artista o un práctico solamente, sino que debía integrarse a un proceso cultural más amplio, que lo hiciera más útil para la sociedad y diera bases más firmes a su labor. De allí que las modernas escuelas de arquitectura presenten un cuadro muy amplio de disciplinas, algunas de carácter científico como las matemáticas y las físicas, otras que tratan los problemas de la cultura histórica, otras técnicas, relativas a la construcción, otras que intentan relacionar la actividad del arquitecto con la sociedad en cuyo desarrollo colabora, y que le exigen una preparación previa superior a la que se aceptaba en las antiguas academias.*¹³

El arquitecto se enfrenta con una compleja situación al tratar de cumplir con su tarea: debe actuar sobre el entorno físico, relacionándose con la naturaleza y debe relacionarse con el arte por su necesidad de expresarse con formas. Debe resolver una cantidad de problemas que surgen del destino del edificio, del lugar en que debe levantarse, de las técnicas y materiales que puede utilizar, de las necesidades económicas que debe satisfacer; Pero las soluciones no pueden darse por separado, pues la obra de arquitectura que resultará debe ser un organismo, unitario como todo organismo. Más aún, el arquitecto sabe que su trabajo alcanza real valor de arquitectura sólo cuando el edificio posee una calidad estética, expresión de su personalidad y de su gusto.¹³

La preparación para una labor que presenta facetas tan variadas, aparentemente distintas y casi contrastantes, no es sencilla. Se hace sin duda indispensable realizar estudios particulares sobre técnica, economía, etc., pero también es esencial que exista una clara comprensión del valor de cada uno de los conocimientos especiales que se requieren, de las relaciones que existen entre ellos y del modo en que deben integrarse.¹³

Contrastando con el proceso social hacia una especialización cada vez más particular y fragmentada, típica de nuestra época, la actividad del Maestro de Obras debiera conservar ese aspecto de integración y síntesis de numerosos conocimientos que la caracterizan desde tiempos antiguos, diferente de una profesión sólo técnica, aunque se valga de técnicas cambiantes de acuerdo a los distintos momentos. Precisamente, por la necesidad de dominar técnicas más numerosas y complicadas, de responder a exigencias humanas diferenciadas en una gama mucho más amplia y en un nivel superior a los conocidos hasta ahora, es

más importante una valoración clara y ordenada de los distintos motivos de la actividad del Maestro, quien se encuentra empujado hacia uno u otro de aquellos motivos que por momentos parecen dominar.

Tomando como un hecho el medio en el que vivimos, sin por ello abdicar de las ideas hacia las que sería deseable tender, resulta muy útil recordar la visión de Le Corbusier respecto de las incumbencias. El traza un esquema, de acuerdo al tipo de obra y de las respectivas formaciones de ingenieros y arquitectos, respecto de lo que debiera ser el Maestro de Obras, que se transcribe a continuación.

Una vez expuesta la idea de conjunto de lo que debe ser un maestro de obras, aparecerán más claramente los diferentes aspectos de su misión a través de la lectura de un esquema sintético más que de una serie de desenvolvimientos particulares a cada uno de ellos.¹⁴ (Ver Fig. 1).

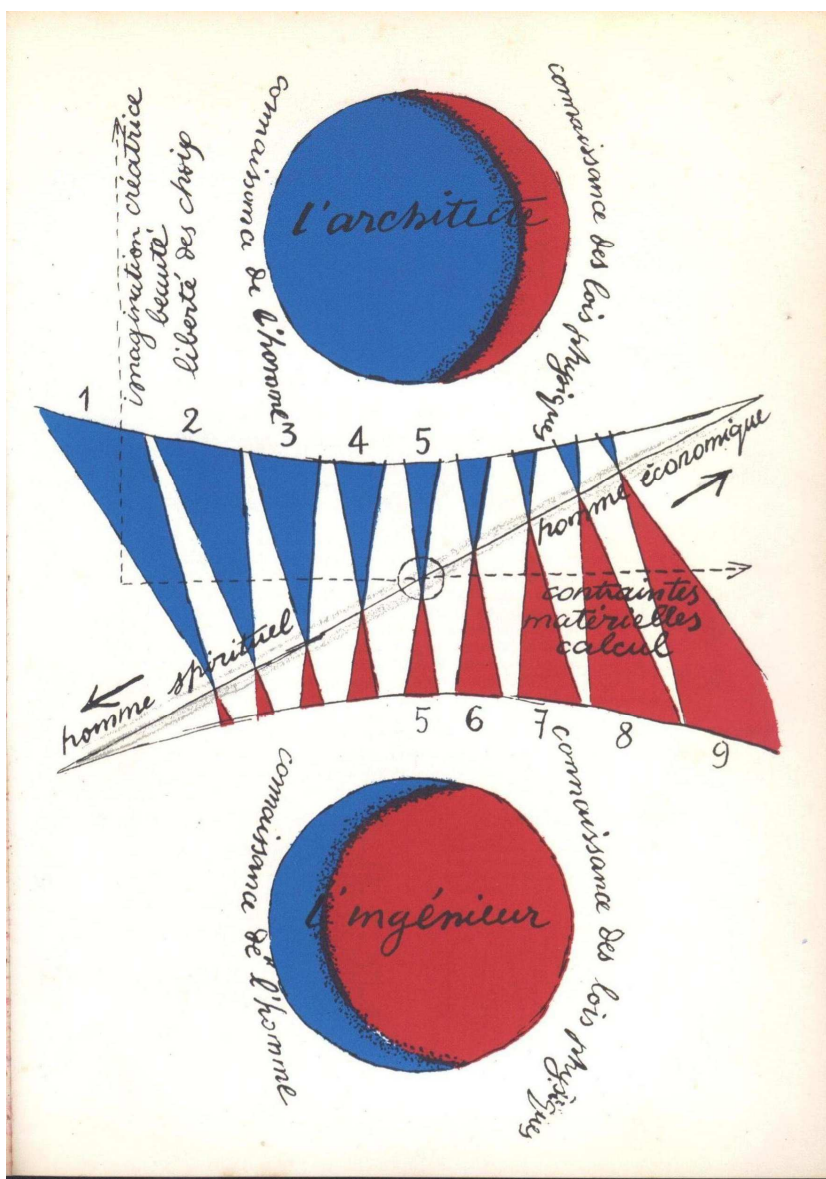


Fig. 1. Esquema de Le Corbusier: El arquitecto y el ingeniero, sus tareas.

El esquema a dos colores presenta al arquitecto y al ingeniero mediante dos círculos, situados respectivamente en el polo superior e inferior de una banda central que, bajo la forma de un abanico desplegado, representa las tareas de la construcción.

El color azul significa, bajo el título general de conocimiento del hombre, la consideración de toda la gama de necesidades del hombre, a saber: espirituales, intelectuales, cívicas, sociales, familiares, fisiológicas, materiales.

El color rojo, bajo el título general de conocimiento de las leyes físicas, significa la toma de posesión de los elementos naturales a través de la experiencia y del análisis matemático. Bajo este título se agrupan los objetos siguientes: la materia bruta, la ley de la gravedad y la estática, la resistencia de los materiales, las hipótesis de cálculo, el cálculo en sí.

Se observará que el círculo superior, que representa las predisposiciones y formación del arquitecto, encierra mucho más azul que rojo, mientras que en el círculo del ingeniero domina la proporción inversa. En una y otra disciplina deben figurar efectivamente sensibilidad y técnica en dosificaciones diferentes, aunque inseparablemente refundidas.

El abanico de las tareas de la construcción se lee de izquierda a derecha. Para simplicidad de la exposición, se ha repartido la serie de estas tareas, en realidad más continua, en nueve sectores. Cada uno de ellos se divide en un triángulo azul y uno rojo. He aquí sus respectivos contenidos:

El templo, el monumento...

El ayuntamiento, la biblioteca, el teatro...

El hospital, el sanatorio, la casa de reposo...

El centro de deportes, escuelas, jardines maternas, de infantes...

El alojamiento (ciudad y campo, inmueble colectivo y casa individual)...

El edificio administrativo, público o privado, la oficina...

El taller del artesano, la manufactura...

La fábrica, el almacén...

El puente y la carretera, la presa, el dique, el faro...

El alojamiento, como cabía esperar, ocupa el lugar central en el abanico de tareas: la razón y la sensibilidad concurren en él en partes iguales, lo cual está representado por la igualdad de los triángulos azul y rojo, desiguales en todas sus demás partes. Esta posición central corresponde a la que ocupa la familia en la sociedad, puesto que la familia no es únicamente la unidad fundamental sino también el germen de la sociedad. Puesto que es posible decir que la sociedad es una gran familia en la medida que la familia es ya una sociedad en miniatura.

Del alojamiento, del centro familiar parten dos flechas en direcciones divergentes, una hacia la derecha, hacia lo que podría llamarse el hombre económico, y otra hacia la izquierda, en dirección al hombre espiritual.

Hay dos ejes de coordenadas que permiten comparar entre sí, en su destino y en su espíritu, las diferentes tareas de la construcción. La ordenada horizontal crece

con las imposiciones materiales y con la dictadura de la física y el cálculo. La ordenada horizontal crece con la libertad de las elecciones (composición, elementos, materiales, etc...) y con el derecho a pretender la belleza por sí misma.

De la inspección del esquema deriva una primera consecuencia inmediata:

Las tareas situadas en el abanico a la izquierda del alojamiento exigen un predominio del arquitecto sobre el ingeniero. En estos diferentes casos será pues, el arquitecto quien actuará como maestro de obras. Lo será igualmente para el alojamiento, debido a la preeminencia de la persona humana por encima de los demás puntos de vista. En cambio, las labores de la derecha exigirán a menudo que el maestro de obras sea un ingeniero...

Luego pasa al aspecto humano, al decir que no es posible admitir que algo tan hermoso como un embalse, cuyas formas geométricas responden con exactitud al esfuerzo variable de las aguas, pueda ser trágicamente dañado por una coronación o un edificio cuyo diseño no perteneciera al mismo estilo, hecho de lógica y claridad. *El arquitecto debiera aceptar modestamente su labor secundaria, al admirable modelo que surge ante sus ojos. Pero, ¿A qué fuerza de carácter deberá recurrir un arquitecto para dominarse y resistir a la necesidad de adornar aquello que no exige ningún ornamento?*

4. ARQUITECTOS E INGENIEROS ESTRUCTURALES

La dificultad principal que encuentra el Maestro al proyectar, es la de considerar contemporáneamente función, estructura y economía, al existir una rutina profesional que separa esos elementos. Muchas veces, además, se confunde el diseño de la estructura con su cálculo, cuando este último es una operación de carácter práctico que, al final, establece las dimensiones, la calidad y tipo de los materiales, pero no puede sustituir el proceso creador del proyecto de la estructura. Este proyecto debe hacerse al mismo tiempo que la distribución, dimensiones y demás aspectos del edificio y no es lógico confiar esta tarea a un especialista que no haya participado en el proceso general del proyecto.

El proceso por el cual se define la estructura de un edificio, cambia con la envergadura de éste. En los casos de estructuras sencillas, en que se utilizan formas simples y conocidas, su aplicación no ofrece dificultades y su dimensionado se resuelve por métodos corrientes de cálculo.

Cuando la obra sea muy grande, pero se base en el uso repetido de elementos estructurales sencillos, lo más importante es lograr dimensiones muy económicas y facilidad de ejecución. Esto ocasiona generalmente pocas dificultades en el diseño de la estructura, pero sí un procedimiento de cálculo largo y engorroso, para el cual es conveniente una valoración muy ajustada de las cargas y de los índices de resistencia de los materiales y un uso racional de los elementos estructurales a los fines de una fácil ejecución en la obra. La colaboración del especialista se hace necesaria, aunque sus funciones siguen siendo de tipo ejecutivo.

Cuando, por el contrario, se desean utilizar estructuras nuevas y complejas, el problema se torna diferente. Se tiene una primera etapa de concepción de carácter arquitectónico, en la que se define el tipo y la forma de la estructura de acuerdo con la idea general del proyecto y la sensibilidad del arquitecto; no se puede pasar tan simplemente de esta etapa a la de dimensionar, como un hecho meramente

ejecutivo. Hace falta un paso muy importante: interpretar la forma estructural imaginada por el arquitecto -pues al arquitecto corresponde imaginarla y será el arquitecto el que la imagine, no importa cuál sea su título profesional- para plantear las hipótesis que hagan posible dimensionarla. Labor creadora, si bien de un carácter específico y diferente de la labor arquitectónica, pero de suma importancia para el resultado final. ...se trata de una tarea que requiere una suma de conocimientos y experiencias que sólo un especialista puede tener y que incluye muchos procedimientos diversos, como pueden ser, por ejemplo, los ensayos sobre modelos.¹⁵

Luego, buscando en las raíces del problema, observa Tedeschi que el hecho de considerar a la estructura como algo separado del proyecto del edificio es, en parte, el resultado del sistema de enseñanza y de la historia de las profesiones. Las Facultades de Arquitectura se han formado como un injerto en que las escuelas de Bellas Artes se unieron a las de Ingeniería. Las primeras tenían a la práctica y la intuición como caminos para aprender; las segundas, la abstracción racional y el análisis. Las escuelas se enriquecieron sucesivamente, pero esta fractura todavía se nota en las Facultades independientes actuales, y el hecho de que todo intento de mejora y reforma se oriente hacia la integración de las disciplinas, indica la permanencia de esta diferencia inicial. Integración difícil pero necesaria.

El arquitecto desea un camino para encontrar la forma estructural que mejor responda a su idea del edificio que está proyectando, pero la enseñanza le ofrece algo distinto, si bien muy valioso por el resultado de un proceso en que se han volcado los esfuerzos de un número considerable de estudiosos y experimentadores desde el siglo pasado hasta hoy: métodos teóricos para controlar la viabilidad de una estructura, descompuesta imaginariamente en partes elementales – que son principalmente las partes elementales de las estructuras tradicionales – y para darles las dimensiones convenientes de acuerdo con la resistencia de los materiales que se emplean. Una comprobación de lo hecho, no un camino para el hacer.¹⁶

Pero este problema no es exclusivo del arquitecto, sino también de los ingenieros. No obstante, el arquitecto tiene el recurso de acudir a su imaginación plástica para concebir nuevas formas estructurales, si bien aquélla es insuficiente y a veces engañadora cuando no la acompaña una base científica; mientras que el ingeniero tiende constantemente a reducir todo problema nuevo a otros conocidos, sin apartarse del camino marcado.

Hoy la profesión de Ingeniero se divide en especialidades cada vez más divergentes, y sería plausible que el especialista en estructuras de edificios se formase partiendo de las mismas bases del arquitecto, pero con una preparación sucesivamente especializada. En este profesional se reunirían las condiciones de imaginación formal y buen sentido funcional del arquitecto, con el dominio de los procedimientos físicos y matemáticos que constituyen actualmente el patrimonio del ingeniero, dando así nacimiento a un especialista en estructuras de edificios realmente activo en el equipo de elaboración del proyecto.¹⁷

Algunos de los más destacados técnicos en estructuras han comprendido esta posibilidad y han señalado el camino en sus escritos; tal es el caso del notable libro de E. Torroja, *Razón y Ser de los Sistemas Estructurales*, ITCC, Madrid, muy didáctico en su exposición clara y sencilla, y de los escritos de Pier Luigi Nervi.

La claridad del enfoque de Torroja puede notarse ya desde las primeras páginas, por ejemplo en estas líneas donde da una clasificación de las estructuras: *Las obras no se construyen para que resistan. Se construyen para alguna otra finalidad o función que lleva, como consecuencia esencial, a que la construcción mantenga su forma y condiciones a lo largo del tiempo. Su resistencia es una condición fundamental; pero no es la finalidad única, ni siquiera la finalidad primaria. Por lo que aquí interesa, las finalidades primarias podrían agruparse en la siguiente forma: 1º) Aislar un determinado volumen del exterior. O sea, defender ese volumen de los agentes naturales exteriores: viento, lluvia, nieve, ruidos, temperatura, vistas de otras personas, etc. Desde el punto de vista estructural suelen distinguirse en este grupo, los muros de cierre y las cubiertas. 2º) Sostener cargas fijas o móviles; es decir pontear o establecer una plataforma que permita el paso de personas, vehículos, etc. Son de una parte los pisos de los edificios, y de otra, los puentes, viaductos, pasarelas, etc. 3º) Contener empujes horizontales o establecer un paramento que soporte los empujes de tierra, agua y otros materiales líquidos, áridos o materias análogas. Son las presas, paredes de depósitos y silos, muros de contención, diques de abrigo, etc.*¹⁸

Además de los conocimientos matemáticos y de los métodos analíticos de cálculo para dimensionar las estructuras, debería darse importancia al problema del diseño de estructuras. Es interesante en este sentido la posición iniciada en la enseñanza por el Ing. Atilio Gallo, en Rosario y Buenos Aires, que tendió a dar un orden y un método a la imaginación de las estructuras, hasta permitir que se enfoque una “teoría de las estructuras” como disciplina que sirva de guía para el proyectista, especialmente en estructuras importantes por su magnitud o novedad. Así, una orientación conceptual e intuitiva en el campo de las estructuras es necesaria ya desde el comienzo de las carreras.

*Por ejemplo, en los cursos de construcciones se enseña estática y resistencia de los materiales como temas separados, antes de que el estudiante haya entendido que toda estructura es el resultado de una integración de forma y materia, en la que el proyectista debe lograr el empleo racional y económico de la materia y el afinamiento máximo de la forma permitido por la práctica de la ejecución, buscando no sólo la economía y la firmeza, sino también un resultado arquitectónico completo, en sus valores funcionales, plásticos y espaciales. Por esto, la comprensión de las enseñanzas de estática y resistencia, desde luego fundamentales, será facilitada por esa orientación conceptual e intuitiva a la cual se ha hecho alusión... y otra que haga recordar la relación que existe entre el tipo de estructura y su dimensión. De estas dos consideraciones puede nacer la comprensión de las razones de casi todas las formas estructurales.*¹⁹

Una hará entender toda la importancia de la búsqueda de formas para conseguir el máximo aprovechamiento de cada material; la otra aclarará que una solución estructural buena para una determinada dimensión no es igualmente válida cuando esta dimensión se modifica. Galileo, en el siglo XVII, formuló el principio de que existe una dimensión máxima para cada estructura: “Entre los cuerpos prismáticos o cilíndricos similares, uno solo y único es aquél que, cargado por su propio peso, se encuentra en el estado límite entre quebrarse o mantenerse; de manera que todo cuerpo más grande, impotente para resistir su propio peso, se quebrará, y todo cuerpo más pequeño resistirá a alguna fuerza que se haga para romperlo”.

En fin, la comprensión de los dos conceptos enunciados es fundamental y vale para aclarar muchos problemas estructurales. Para acercarse más a éstos, hace falta tener también algunas nociones que no necesitan un apoyo matemático, al menos en una primera aproximación. Estas son: Importancia estructural del terreno de apoyo. Significado de las tensiones principales: compresión, tracción, torsión, flexión y corte. Diferencia del grado de elasticidad de los materiales. Diferencia entre estructuras continuas y discontinuas. Pandeo y momento de inercia. Estructuras curvas. Estructuras reticulares. Estructuras membranosas. Estructuras suspendidas. Estructuras de H^A°pretensado o poste nsado.²⁰

La clara comprensión de los hechos estructurales debería ser suficiente para que un estudiante pudiera encarar con algún concepto estático y constructivo la tarea del proyecto, aún cuando no pueda dimensionar las partes resistentes hasta tanto no avance más en sus estudios. También es útil transmitirle algunos conocimientos fundamentales, si bien empíricos, sobre dimensiones. El uso de ellas, puede resultar útil no sólo para familiarizar al estudiante con las dimensiones en relación con las cargas y luces, sino también como contribución para destruir el complejo que aflige a muchos frente a los problemas constructivos.²¹

5. EL EQUIPO DE PROYECTO Y EL TRABAJO EN EQUIPO

Si bien el trabajo de la concepción supone un hecho esencialmente personal, la explotación de la idea constructiva será a menudo, colectiva. Esto es ineludible: la constitución de equipos interdisciplinarios, cuando la envergadura de la obra así lo exija.

*De este modo se han ido formando poco a poco excelentes talleres de ingenieros dondequiera que fuera posible elaborar programas de obras públicas. Por lo que se refiere a la arquitectura, nada de esto se ha producido, al menos en Francia, donde el arquitecto ha seguido siendo un ser aislado y donde hasta ahora parece que ha querido seguir siéndolo. En EEUU es distinto, allí se enfrentan para la creación de grandes obras, talleres de arquitectos poderosamente organizados. No se les escapa nada, salvo el alma, por falta de humanismo...*²²

*Una primera condición para que resuciten los maestros de obras, fuera de las grandes obras públicas, consistiría en que se planteen un conjunto de problemas de tal escala que haga que se revelen como imperiosamente necesarios grupos de arquitectos e ingenieros y su formación en equipos de trabajo.*²³

En el mismo sentido, pero desde otro punto de vista, relata Walter Gropius refiriéndose a sus actividades como docente, las dificultades en que se encuentran los jóvenes arquitectos al egresar de las universidades y dedicarse al ejercicio de su profesión, habiéndolos visto hacer valientes intentos de establecerse independientemente y luego resignarse a trabajar indefinidamente como dibujantes en grandes estudios que ofrecían probabilidades escasas o nulas de ejercitar la iniciativa individual. Lo entristecía ver tanta juventud y talento marchitarse por la abrasión del sistema de trabajo, cada vez más centralizado. *Los conceptos democráticos no pueden sobrevivir fácilmente a los asaltos de nuestra creciente mecanización y superorganización, a menos de emplear un antídoto que pueda proteger al individuo en su lucha contra los efectos niveladores de la mentalidad de masas. He tratado de encontrar tal antídoto iniciando a mis estudiantes de Harvard, aparte de su enseñanza individual, en la experiencia del trabajo en equipos. Esto ha llegado a ser un estímulo de valor tanto para alumnos como para profesores, ambos*

igualmente desconocedores de las ventajas y dificultades de la colaboración colectiva. Ahora debía aprender a colaborar sin perder su identidad. Esta es para mí una tarea urgente que se plantea a la nueva generación, no sólo en el campo de la arquitectura, sino en todos nuestros intentos de crear una sociedad integrada. En nuestro campo particular, no existe código de reglas para tal colaboración, a menos de remontarnos a la Edad Media y estudiar los equipos de los grandes constructores de catedrales. Lo más sorprendente dentro de la organización de esas guildas constructivas era el hecho de que hasta bien entrado el siglo XVIII, todo artesano que tomaba parte en el trabajo no era solamente una mano ejecutora; también se le permitía aplicar su propio diseño a su parte de la tarea mientras acatará la clave rectora del maestro constructor en cuanto al proyecto general. Esta clave constituía el auxiliar secreto, geométrico, de las guildas de construcción, análoga a las claves en la composición musical. Apenas si existía el proyecto preconcebido sobre el papel; el grupo vivía en común, discutía la tarea y construía sus ideas.²⁴

Comparando con la situación actual, se espera que el profesional ponga todas las ideas en cuanto al proyecto, hasta el último tornillo, en planos y especificaciones. Luego, los obreros deben ejecutar ese proyecto. Difícilmente se permite algún cambio, aunque no existe genio alguno dotado de previsión suficiente o imaginación bastante para juzgar adecuadamente el efecto de todos los pormenores de su preconcebido proyecto; tanto menos cuanto más alejado se mantenga el proceso práctico de construir y fabricar. Tampoco el obrero de hoy tiene ocasión alguna de contribuir al proyecto de un edificio.

Desde la época de las guildas constructivas, no se ha practicado mucho la colaboración entre los hombres, la que pondría en libertad los instintos creadores del individuo en lugar de ahogarlos, y hallamos muy escasos conocimientos de los requisitos básicos que posibilitan tal trabajo en equipo. Este es tan desconocido en la actualidad en nuestra profesión, que con toda probabilidad, se le miraría con aprensión, pues la ideología del siglo pasado (XIX) nos ha enseñado a ver en el genio individual la única corporización del arte verdadero y puro. Ciertamente es que la chispa creadora se origina siempre en el individuo, pero trabajando en estrecha colaboración con otros hacia un objetivo común, a través del estímulo y la crítica exigente de sus compañeros de equipo, logrará alturas de realización más elevadas que viviendo en una torre de marfil. Por supuesto, la mente creadora se afirma generalmente en cualquier circunstancia, incluso contra serios obstáculos; mas si queremos elevar el desempeño medio, el trabajo en equipo resulta esencial para agudizar y mejorar la contribución individual.²⁵

La voluntad es la condición esencial del trabajo en equipo. Las personas que lo integren deben dejar de lado prejuicios y miserias, con la firme convicción de que la unión de pensamiento y acción es prerequisite indispensable para el crecimiento de la cultura humana. Además, la dirección no debe depender sólo del talento innato, sino en gran medida de la intensidad de la propia convicción y de la devoción para servir. El talento se ve condenado a agotarse en estallidos creadores aislados y accidentales, pues su mensaje se pierde por falta de una respuesta amplia. Si se pudiera recuperar el genio individual para el trabajo, como el primero entre los iguales, en lugar del trabajo en aislamiento, podría establecerse una base mucho más amplia para la comprensión y la respuesta.

Pero la buena intención no basta, por sí sola, para constituir un equipo. Deben volver a aprenderse los métodos de colaboración. Se necesita un lapso considerable para adquirir ciertos hábitos que parecen indispensables para un fructífero trabajo de equipo. *Descubrí que era un primer lugar imperativo que cada participante del equipo debe informar a los otros miembros, directamente desde el primer momento, lo que piensa y hace en un continuo intercambio mutuo. Mas, aunque todos abriguen la mejor intención de seguir ese camino en un comienzo, se requiere un lapso prolongado para adiestrarse en el logro de esta finalidad. Entonces este intercambio se torna indispensable, pues coloca a los diferentes individuos en el lugar adecuado dentro del equipo de colaboradores y, por supuesto, a todos gusta hacer aquello para lo que se sienten particularmente dotados. La investigación progresa entonces rápidamente y la diversidad de opiniones se desarrolla hasta que constituye un desafío para el equipo el hecho de llegar a soluciones finales. La vanidad natural del individuo se ve lentamente ahogada por la avalancha de tantos problemas objetivos que deben resolverse. La tarea crece gradualmente hasta superar al individuo, quien finalmente apenas si recuerda quién inició ésta o aquella parte de una idea, ya que todos los pensamientos del grupo resultan del estímulo mutuo. La estatura del individuo aumenta bajo la acción de este esfuerzo voluntario y colectivo del equipo. Tal como la democracia gira evidentemente sobre nuestra capacidad de cooperar, quiero que el arquitecto, como coordinador por vocación, muestre el camino hacia el desarrollo de la nueva técnica de colaboración en equipos. La esencia de esta técnica debiera consistir en subrayar la libertad de iniciativa individual, en lugar de la dirección automática por parte de un jefe. Experimentar trabajando en un equipo mantiene a uno elástico y flexible, y probablemente sus métodos se adapten a los rápidos cambios de nuestros tiempos, mejor que la relación jefe – empleado.*²⁶

*Para cumplir la primera de las dos tareas del futuro –el desarrollo de las partes del edificio – el arquitecto necesita formar equipo con el hombre de ciencia y el fabricante. Su segunda tarea –el proyecto de edificios terminados a partir de esas partes componentes, y su montaje efectivo sobre el terreno – debiera ser resuelta en una colaboración íntimamente integrada entre el arquitecto, el ingeniero y el constructor, en directo contacto con los métodos y la investigación industriales. Pero en el equipo, el proyectista debe tener igual poder de decisión que el comerciante y el constructor.*²⁷

Ningún profesional aislado posee facilidades para ensayar nuevos materiales y métodos tecnológicos, y menos aún para controlar nuevas potencialidades técnicas como el maestro constructor de la antigüedad controlaba las artesanías y los oficios. Para volver a lograr mayor efectividad en todo el proceso constructivo, se necesita el equipo y las herramientas de producción de la industria. La diferencia esencial entre esta sociedad industrializada y una sociedad de artesanos, radica en la distribución del trabajo, no en las herramientas empleadas. *Una complicada máquina textil representa sólo un refinamiento del primitivo telar de mano. Pero significa un cambio de importancia primordial si un solo artesano maneja la totalidad de un proceso de trabajo, o bien si éste se halla subdividido en numerosos fragmentos, cada uno de los cuales queda en manos de un obrero distinto, tal como sucede en una línea de montaje. Es este efecto atomizador de la subdivisión del trabajo lo que ha desintegrado la cohesión de la sociedad premaquinista, no la*

*máquina misma. He tratado meramente de echar alguna luz sobre la encrucijada en que se encuentra nuestra profesión.*²⁸

6. CONCLUSIONES

Los problemas de nuestra sociedad y de nuestras profesiones se deben, primordialmente, al sistema educativo actual que, en su orden racionalista, se olvidó del ser humano, *educando* para formar robots: se prefirió la competencia a la cooperación, estableciendo rivalidades entre disciplinas complementarias. Se confunde cultura con erudición. Se suplanta la formación por la información, con planes de estudio que son sumatoria de materias. En lugar de apuntar a la sabiduría, el equilibrio, la autorrealización, la rapidez.

La educación es una preparación para las actividades comunales, y la mejor educación, desde el punto de vista de la sociedad, es aquélla que convierte al individuo en una unidad que coopera libremente dentro de un grupo.

La preparación para la labor del Maestro de Obras, que presenta facetas tan variadas, aparentemente distintas y casi contrastantes, no es sencilla. Es esencial que exista una clara comprensión del valor de cada uno de los conocimientos especiales que se requieren, de las relaciones que existen entre ellos y del modo en que deben integrarse. La actividad del Maestro de Obras debiera conservar ese aspecto de integración y síntesis de numerosos conocimientos que la caracterizan desde tiempos antiguos.

Sería plausible que el especialista en estructuras de edificios se formase partiendo del diseño estructural como espina de su carrera, pero con una preparación sucesivamente especializada. En este profesional se reunirían las condiciones de imaginación formal y buen sentido funcional del arquitecto, con el dominio de los procedimientos físicos y matemáticos que constituyen actualmente el patrimonio del ingeniero.

Es ineludible la constitución de equipos interdisciplinarios, sobre todo cuando la envergadura de la obra así lo exija. Todo participante del equipo, no debe ser solamente una mano ejecutora; también se le debe permitir aplicar su propio diseño a la parte de su tarea.

No se practica mucho la colaboración entre los hombres, la que pondría en libertad los instintos creadores del individuo en lugar de ahogarlos, y se hallan muy escasos conocimientos de los requisitos básicos que posibilitan tal trabajo en equipo.

La dirección no debiera depender sólo del talento innato, sino en gran medida de la intensidad de la propia convicción y de la devoción para servir. El Director o Maestro debiera ser el primero entre iguales.

La técnica de colaboración en equipos debiera consistir en subrayar la libertad de iniciativa individual, en lugar de la dirección automática por parte de un jefe. Experimentar trabajando en un equipo mantiene a uno elástico y flexible, y probablemente sus métodos se adapten a los rápidos cambios de nuestros tiempos, mejor que la relación jefe – empleado

Se debiera buscar una solución para relacionar proyecto y ejecución en su futura práctica profesional, mediante la participación directa en la producción industrial y constructiva.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. LE CORBUSIER – La Casa del Hombre – Ed. Poseidón – Barcelona 1979 - P116.
2. Idem ant. – P122/124.
3. Idem ant. – P124/126.
4. READ, H. - Educación por el Arte – Paidós – Bs. As. 1973 - P. 35.
5. Idem ant. – P. 36.
6. Idem ant. – P. 37.
7. Idem ant. - P. 221
8. Idem ant - P 223
9. Idem ant - P 228
10. Idem ant - P 233
11. Idem ant - P 249
12. TEDESCHI, E. – Teoría de la Arquitectura – Nva Visión – Bs. As. 1984– P. 16.
13. Idem ant.- P. 26.
14. LE CORBUSIER – La Casa del Hombre – Ed. Poseidón – Barcelona 1979 – P126 y sig.
15. TEDESCHI, E. – Op.cit. – Pág. 117 -
16. Id ant – Pág. 118.
17. Id ant. - Pág. 118.
18. TORROJA, E.- Razón y Ser de los Sistemas Estructurales –ITCC – Madrid– 1965.
19. TEDESCHI, E. – Op.cit. – Pág. 119.
20. Id. Ant. P. 123
21. Id. Ant. P. 136
22. LE CORBUSIER – Op.cit. – Pág. 126.
23. Idem ant. – Pág. 140.
24. GROPIUS, W. – Alcances de la arquitectura integral – Ed. La Isla – Buenos Aires – 1977- . Pág 102 y 103.
25. Idem ant – Pág. 104.
26. Idem ant – Pág. 105.
27. Idem ant – Pág. 106.
28. Idem ant – Pág. 107.