

## Investigación y enseñanza superior de la arquitectura

ALFONSO DEL AGUILA GARCIA, DR. ARQUITECTO

**RESUMEN.** El contenido de esta comunicación se basa en las ponencias presentadas en la Conferencia Internacional «Investigación y enseñanza superior en la construcción» («Comprender y aprender a construir de cara al año 2000»), organizada por el «Plan Construcción y Arquitectura» de Francia, y la Comisión de Trabajo W89 «Investigación y Educación» del CIB (Consejo Internacional de la Construcción para la Investigación, el Estudio y la Documentación), celebrada en París, en Febrero de 1994.

De las 37 ponencias presentadas se han seleccionado 20 por su interés, cuyos aspectos esenciales se tratan y analizan. Las más adecuadas a los temas del presente Congreso se indican en el apartado de «Bibliografía».

**SUMMARY.** The contents of this report are based on the papers presented at the international conference "Investigation and Higher Education in Construction" ("Understanding and Learning to Build towards the year 2000") organized by France's "Building an Architecture Plan" and the Working Committee W 89 "Investigation and Education" of CIB (The International Construction Council for Investigation, Study and Documentation) held in Paris in February of 1994.

Of the 37 papers presented, 20 have been selected for their interest, the essential aspects of these being dealt with and analyzed. Those with the most appropriate themes to this conference are listed in the bibliography section.

### INDICE GENERAL

1. El objeto de estudio: La construcción arquitectónica
2. La actividad investigadora relativa a la edificación
3. La investigación y la enseñanza de la construcción
4. Aspectos finales
5. Bibliografía.

#### 1. EL OBJETO DE ESTUDIO: LA CONSTRUCCION ARQUITECTONICA

La investigación relativa a la construcción y sus dificultades de aplicación a la enseñanza nos lleva a analizar el objeto de estudio: el hecho de edificar. Un objeto de estudio que es una producción, esto es, un elemento dinámico.

Partamos del análisis de este objeto, para ver el tipo de investigación a realizar, y su forma de verlo a la enseñanza.

El objeto de estudio es la realización de un producto cuya finalidad es dar cobijo a una actividad. Ello implica una concepción artística, la arquitectónica, y unos medios técnicos, una tecnología, en la

que se encuentra la construcción arquitectónica, sin olvidar aspectos económicos, psicosociológicos y culturales.

El objeto edificación tiene al menos dos particularidades estrechamente unidas:

- El edificio es un sistema muy complejo por su producción, por su funcionalidad y su funcionamiento. La complejidad de este sistema no pone de relieve solo su heterogeneidad, sino también la interrelación de sus elementos constitutivos

- El edificio es un objeto habitado en el que se relacionan un gran número de actores, durante su ejecución y durante toda su vida.

Estas particularidades tienen dos consecuencias:

1. No se puede uno contentar con representar la

complejidad del sector por la acumulación de técnicas que se movilizan en la construcción. Es preciso tener una aproximación científica mínima de este objeto tan complejo.

2. La dinámica de las técnicas de la edificación tiene una evolución no tan rápida como se pudiera desear. La complejidad funcional engendra una complejidad de exigencias a respetar que hace que se frene dicha velocidad.

La construcción arquitectónica tiene unas características intrínsecas:

1. Una ubicación fija en un terreno, que hace que aspectos tales como la topografía, el subsuelo o la situación urbanística den para obras similares precios distintos.

2. El lugar de producción es, en la gran mayoría de los casos, una fábrica provisional: el **tajo**.

3. Las técnicas de puesta en obra y la organización de la producción son distintas para cada edificio.

4. La edificación, en cuanto a técnicas utilizadas, es mucho más heterogénea que la obra civil.

5. Se trabaja **a domicilio**, con gran importancia de los medios de transporte.

6. El objeto producido no es nunca el mismo: existen unas prescripciones específicas para la elaboración de cada edificio, que se plasman en el proyecto.

7. En relación con la industria, se puede afirmar que suelen existir más métodos de construir una misma obra, que de fabricar un determinado producto industrial, en el que se ha estudiado su proceso más lógico de producción, lo que no siempre sucede en la edificación.

8. Aproximadamente el 50% de la mano de obra que se emplea es sin especializar, con sus repercusiones en productividad baja, calidad en disminución y elevado número de accidentes laborales.

9. Los centros productores ocupan, en más del 90% de los casos, a menos de nueve personas, lo cual implica una gran dispersión, con sus efectos en la mínima modernización de equipos, baja productividad y calidad deficiente.

La forma de trabajo tradicional coloca al arquitecto y a los ingenieros colaboradores en una posición **sui generis**, en relación con la actividad industrial.

El llamado equipo de concepción-construcción es, en argot de los managers, una **multi-organización temporal**, que forma parte de una **multi-industria**.

Cada proyecto y, por lo tanto, cada obra, se confía a una agrupación efímera de entidades independientes (la **multiorganización temporal**), que ejecutan, durante un corto período de tiempo, un conjunto de tareas interrelacionadas, siguiendo rutinas consagradas por la costumbre y limitadas en el tiempo.

La industria de donde provienen estas entidades (la **multiindustria**) se caracteriza:

- Por la heterogeneidad de sus participantes, y
- por el hecho de que cada una posee sus objetivos propios a largo plazo (tales como la supervivencia de su empresa, por ejemplo).

Por lo cual no coincide necesariamente con los objetivos a corto plazo del proyecto y de la obra en cuestión. Una situación tal exige, por parte de todos los participantes, una flexibilidad extrema con capacidad para adaptarse rápidamente a una amplia gama de condiciones en unos plazos limitados.

Todo ello comporta de cada uno una capacidad muy ágil de toma de decisiones sobre numerosos temas, trayendo consigo una importante responsabilidad profesional.

Hay que resaltar que en esta toma de decisiones, las experiencias vividas constituyen las principales fuentes de información.

En la situación que caracteriza la construcción tradicional, el profesional se encuentra en la obligación de operar con eficacia en un entorno que es propicio a la difícil tarea de la localización y utilización de la información proveniente de la investigación. Pero hay que destacar aquí, que la información, cualesquiera que sea su naturaleza, ejerce una gran influencia en la buena marcha del proceso concepción-construcción.

## 2. LA ACTIVIDAD INVESTIGADORA RELATIVA A LA EDIFICACION

### 2.1 Generalidades relativas a la investigación

El tema de la investigación puede ser directamente un problema a resolver, una técnica, un producto, un útil.

Si la materia objeto de la investigación es conocida, la aplicación de los resultados de la investigación es, en este caso, bastante rápida. Está unida a la aparición de nuevos datos.

En otros casos, sobre todo en investigación básica, las aplicaciones de los resultados de la misma no son conocidas. El tiempo entre investigación y aplicación dependerá del grado de comunicación que se pueda establecer en dicha investigación y la materia tratada. Será un periodo largo que puede variar entre 30 y 100 años.

### 2.2 La investigación relativa a la edificación

La edificación está influida más particularmente por las investigaciones que tratan sobre un producto (material o elemento constructivo), o un modo operativo (sistema o método de construcción).

Pero la heterogeneidad de sus componentes y la abundancia de los Intervinientes en el acto de construir hacen que la comunicación se vea perturbada y la posible aplicación de nuevos datos se pueda hacer de un modo disperso.

La actividad investigadora relativa a la construcción se desarrolla en campos muy variados:

- Historia de la arquitectura y de la construcción.
- Materiales de construcción y su puesta en obra.
- Temas constructivos relacionados con el urbanismo y la vivienda.

### **2.3 La investigación en el campo de los materiales de construcción**

Las innovaciones que aparecen en el campo de los materiales

influyen decisivamente en todo el proceso de construcción.

Un esfuerzo importante de investigación se ha emprendido para mejorar los materiales, optimizar su empleo y promover la aparición de nuevos productos de construcción.

Investigaciones básicas en la ciencia de materiales, o de investigaciones aplicadas para la obtención de nuevas prestaciones de productos destinados a la construcción, han aportado temas muy diversos:

- El conocimiento sobre la estructura de los materiales de la influencia de factores tales como el tiempo, el calor, el fuego, la humedad, las radiaciones solares, etc.;
- La elaboración de materiales compuestos, asociando y potenciando las cualidades de varios materiales;
- Modificación de las prestaciones de materiales por técnicas diversas: adiciones en los hormigones y en los materiales plásticos, impregnación de hormigones con resinas;
- Mejora de las cualidades de las espumas de plásticos: inalterabilidad y estanquidad al agua, resistencia al fuego, capacidad de proyección, adherencia a otros materiales, mayor resistencia;
- Desarrollo de materiales con características regulables: vidrios con transparencia variable, vidrios más o menos aislantes;
- Utilización de desechos y subproductos para economizar materias primas y para eliminarlos: virutas de la madera, restos de corcho, paja, subproductos lácteos (utilizados en la fabricación del hormigón y en la producción de yeso artificial, por ejemplo), subproductos del ácido fosfórico, madera aglomerada o reconstituida, productos cerámicos procedentes de lodos, cenizas volantes;
- Economía de materiales mediante técnicas nuevas de corte para reducir desperdicios;
- Nuevas técnicas de juntas: uniones en seco, pegamentos y soldaduras nuevas.

### **2.4 Un ejemplo de investigación aplicada en la arquitectura: el BRA**

#### **2.4.1 Características generales**

El BRA es la Oficina de Investigación Arquitectónica, perteneciente al Ministerio francés del Equipamiento, Vivienda y Transportes.

El BRA financia y orienta la investigación arquitectónica en Francia desde hace 8 años.

El BRA encauza su financiación a laboratorios, **equipos y ayudas a proyectos**, evaluandolos periódicamente.

La actividad se centra en el seno de las escuelas de arquitectura, favoreciendo la participación de los estudiantes, sobre todo en el caso de tesis doctorales.

El BRA clasifica los temas de actuación en: **historia y teoría, espacio y sociedad y ciencias y técnicas**, además de la informática que tiene un régimen particular.

En la actualidad se está ocupando especialmente de **ciencias y técnicas**, intentando concentrarse en un futuro próximo en la construcción.

#### **2.4.2 El BRA y la investigación técnica**

La técnica está poco tratada, tanto en el número de propuestas como en el de líneas de investigación, ya que no se dedican los esfuerzos suficientes a lo que parece que debe ser lo más importante en este apartado, a saber el proyecto constructivo y sus descriptores físicos, o lo que es lo mismo la modernización científica y su manipulación instrumental.

Las escuelas de arquitectura están poco y mal equipadas en laboratorios y equipos de simulación, por lo que sus posibilidades experimentales están muy poco desarrolladas.

El BRA ha dividido el tema de la técnica en tres líneas: **saber constructivo y materiales, proyecto y puesta en obra y confort y ambiente**.

La sección del **ambiente** abarca los aspectos de la acústica, de la arquitectura bioclimática y de la iluminación, con propuestas en todos ellos muy desarrolladas.

El sector constructivo va desde el banco de datos, a la geometría, pasando por los sistemas constructivos.

Se puede decir que se han hecho, todavía, pocas propuestas realmente originales.

En este sector existe un proyecto base de **culturas constructivas**, un laboratorio (Craterre) y dos equipos aspirantes a los laboratorios.

#### **2.4.3 La exposición Culturas Constructivas**

El BRA ha presentado en otoño de 1993, en la sede de la UNESCO, una exposición titulada **Culturas Constructivas**.

Esta exposición presentaba a la vez objetos cons-

truidos (maquetas, detalles, prototipos,...) y «conceptos pedagógicos, técnicos y científicos.

La exposición postulaba la existencia de un entendimiento del objeto construido, no sólo a partir de su concepción y de su producción, sino también a partir de su manipulación, y particularmente de su manipulación a **escala grande**.

La idea era que en el campo de la construcción el material trabajado aparecía con una dimensión propia, que le confiere su más absoluta especificidad, valorando el **saber hacer** fundado en la cultura técnica, como un instrumento de desarrollo básico para responder a las inmensas necesidades de vivienda y de equipamiento en los países en vías de desarrollo.

#### 2.4.4 Aspectos finales del BRA

La construcción no puede plegarse a las exigencias de un realismo económico, que por naturaleza rechaza la innovación.

Es precisamente gracias a la investigación desarrollada por el BRA\* donde puede encontrar su evolución positiva.

Así, por ejemplo, el laboratorio Craterre ha adquirido un dominio perfecto del material tierra en todos los aspectos, lo que le ha hecho líder mundial en esta materia.

Ahora bien, las sinergias metodológicas que se han alcanzando en laboratorios de algunas escuelas de arquitectura atestiguan una aproximación positiva a considerar. Así la formalización de la línea de investigación denominada **culturas constructivas**, o el ambicioso proyecto de la creación de **Grandes Talleres**, con sede en la ciudad nueva de l'Île-d'Abeau, constituyen la noción de idea

constructiva, tan querida por J. Prouvé en los cincuenta, que toma cuerpo en un contexto institucional que le da todo su sentido.

### 3. LA INVESTIGACION Y LA ENSEÑANZA DE LA CONSTRUCCION

#### 3.1 Panorámica de la enseñanza de la construcción

Examinando el aspecto técnico para la realización del proyecto arquitectónico, se observa que los conocimientos técnicos a manejar se han multiplicado en relación a un pasado reciente.

Es primordial que el arquitecto al proyectar considere las condiciones de realización del objeto diseñado y, particularmente, la realidad específica del **tajo**.

Una forma de renovar el contenido de la enseñanza estará en relación directa de cómo evolucione la ejecución en obra.

Hay que realizar un esfuerzo en suministrar los aspectos de gestión y coordinación de las fases de ejecu-

ción, dentro del contenido global de la enseñanza.

Pero, tal vez, las instituciones de enseñanza (tanto de arquitectos como de ingenieros) comprenden lentamente las necesidades reales y actuales de la sociedad moderna, y no participan activamente en las verdaderas corrientes de transformación de esta sociedad.

Si los centros de formación permanecen sordos a los requerimientos sociales o industriales, la razón está, principalmente, en que no saben desembarazarse de sus tradiciones académico-científicas-corporativas.

Los contenidos docentes, basados en las luchas de poder alrededor de los repartos disciplinares, son un freno para la transformación profunda del contenido educativo.

Algunas de las críticas que se escuchan a menudo acerca de la formación impartida son: enseñanza demasiado académica, alejada de la realidad; cierta incapacidad para integrar de manera efectiva la información obtenida de la investigación en la formación de los jóvenes; ausencia de programas que permitan formar equipos multidisciplinares.

También hay que decir que se están haciendo esfuerzos para mejorar la formación, tales como: colaboración con empresas; intercambio en el extranjero (principalmente en Europa); actividades extraescolares y el uso de útiles modernos, principalmente el ordenador.

#### 3.2 Algunos aspectos sobre la aplicación de la investigación

La sociedad **post-industrial** da lugar a una emergencia de la información y de la comunicación en todos los aspectos de la vida individual y profesional, por lo que los sistemas de información especializada son cada vez más poderosos.

Gracias a una investigación reciente efectuada en Francia, financiada por el Plan **Construcción y Arquitectura**, se ha podido seguir la pista a la transferencia de la información proveniente de la investigación para su utilización, o más bien para su no utilización, por los profesionales. Ha habido que rendirse a la evidencia: los resultados de la investigación son apenas utilizados.

Sin embargo, como aspecto positivo, se han podido identificar los puntos de bloqueo, y sugerir posibles remedios.

Los arquitectos y los investigadores tienen criterios diametralmente opuestos en lo relativo a la calidad de la información. Los investigadores contemplan aspectos tales como: el rigor de la metodología, la contribución al campo de los conocimientos, la lógica del razonamiento, etc., es decir, aspectos que son **internos** en la información. Los arquitectos se suelen referir a aspectos **externos** a la misma información, tales como la consideración prioritaria de una información dada por un colega prestigioso.

En las encuestas realizadas dentro de esta investigación han aparecido datos como que:

- Los arquitectos y los ingenieros no consideran la lectura técnica como una actividad **productiva**.
- Los profesores no se distinguen por su nivel de conocimiento de los resultados de la investigación (aproximadamente un 10%), lo que no augura un buen futuro.
- Los profesionales no consultan los centros de información nada más que raramente, prácticamente **in extremis**.

Para mejorar el acercamiento de la información al arquitecto habría que tomar una serie de medidas a **corto plazo**»:

- Los proyectos de investigación deberían incluir un plan de difusión de los resultados;
- La difusión de la investigación se debería realizar según la manera de trabajar de los profesionales, respetando su **idioma**»;
- Ya que la difusión de resultados es eficaz, sobre todo, gracias a las relaciones interpersonales, los investigadores deberían desarrollar **colegas invisibles**, incluyendo no sólo a investigadores, sino también a profesionales y educadores;
- Los resultados de la investigación deberían buscar su difusión en publicaciones profesionales, para estimular la curiosidad del lector;
- Los centros de documentación deberían estar al tanto de los informes de investigación;
- Las bases de datos deberían permitir la localización rápida de los resultados de las investigaciones;
- Los educadores deberían sensibilizar a los futuros profesionales de la importancia que tiene la explotación de la información.

Todas estas medidas pueden contribuir a mejorar al acceso a la información procedente de la investigación, lo que redundará positivamente en el progreso de la construcción.

#### 4. ASPECTOS FINALES

Señalemos para terminar a modo de conclusiones parciales:

- Es un factor muy importante a considerar la

complejidad de la enseñanza de las ciencias y de las técnicas de la construcción.

- El trabajo del arquitecto y del ingeniero en la construcción está impregnado de un saber técnico y tecnológico en el que la actualización es indispensable.
- La fragilidad de la economía de la construcción y las modalidades tradicionales de intervención de los actores del sector son frenos evidentes para el desarrollo técnico, lo cual influye en la enseñanza y en la investigación.
- Es necesario que la investigación en el campo de la construcción se emplee mucho más en la enseñanza.
- Se precisa aumentar el número de investigadores en la construcción.
- Hay que potenciar las relaciones entre escuelas y empresas, siendo deseable que éstas encaucen parte de su investigación en colaboración con la universidad.

#### 5. BIBLIOGRAFIA

1. BLACHERE, G.: *Conclusiones*. CSTB.
2. CANDEVA, P.: *Enseñanza, investigación en arquitectura*. Escuela de arquitectura de París.
3. DAVIDSON, C.H.: *Investigación y enseñanza, ¿un diálogo de sordos?*. Facultad de Instalaciones y Acondicionamiento de Montreal.
4. MICHEL, M.: *Evolución de la formación de los ingenieros en Europa; consecuencias para la enseñanza de las ciencias y las técnicas de la construcción*. Escuela Nacional de Ingenieros de Caminos de Francia.
5. OLIVE, G.: *El papel de la metodología en la enseñanza superior de la construcción*. BEGO.
6. RILLING, J.: *Los modos de organización y de financiación de la investigación en el sector de la Construcción*. CSTB.
7. SEBESTYEN, G.: *Conferencia de apertura*. CIB.
8. SIMONNET, C.: *La experimentación constructiva entre saber y proyectar*. BRA del Ministerio del Equipamiento, Vivienda y Transporte de Francia.

