

# 04

Tecnologías constructivas, procesos de enseñanza/aprendizaje.



En los últimos años he ejercido como responsable de cátedra en un taller de enseñanza universitaria cuya temática se vincula con las técnicas constructivas ligadas a los procesos de prefabricación e industrialización. El tema abordado presenta fuertes vinculaciones con las experiencias desarrolladas en los países centrales. Esta situación ha llevado a un detenido análisis acerca de la manera en que el taller debía afrontar el estudio de esa tecnología, ya que ni se podía referenciar nuestra enseñanza únicamente al desarrollo tecnológico foráneo, que es del que se cuenta con una mayor información y experiencias desarrolladas, ni ignorarlo. El documento contempla un sucinto análisis de los últimos dos siglos de desarrollo de las citadas tecnologías en los países centrales para luego verificar las tendencias contestatarias a la idea de una tecnología única desarrollada por estos países. Finalmente, se propone una estrategia pedagógica que tiende a la consideración de las distintas tendencias, teniendo como objetivo la formulación de tecnologías que respondan a nuestra necesidad regional y nacional. Se describe, asimismo, la idea de que los alumnos, más que incorporar ejemplos concretos, elaboren criterios que les permitan la comprensión y elaboración de las tecnologías actuales así como las por venir.

***Constructive technologies, processes of teaching/learning.***

*In recent years I have been responsible professor in an university education workshop, whose theme is related to the constructive techniques linked to the process of prefabrication and industrialization. The academic subject has strong linkages with the experiences developed in the core countries. This situation has led to a detailed analysis of how the workshop should address the issue of the technology, since neither our teaching could only reference to foreign technological development, which is of that has more information and experience developed, or ignore it. The document focuses on the analysis of the last two centuries of development of these technologies in core countries, to then verify the confrontational tendencies to the idea of a unique technology developed by these countries. Finally a pedagogical strategy that tends to the consideration of trends, aiming at the development of technologies that meet our regional and national need is proposed. Described the idea that students rather than incorporating concrete examples, they draw up criteria that allow the understanding and development of existing technologies as well as future technologies.*



**Autor**

**Arq. Fernando Raúl Leblanc**

Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
Universidad Nacional de la Plata  
Argentina

**Palabras clave**

Técnicas de montaje  
Tecnología única  
Tecnología alternativa  
Pedagogía  
Criterios técnicos

**Key words**

*Mounting techniques  
Unique technology  
Alternative technology  
Pedagogy  
Technical criteria*

---

**Artículo recibido | *Artigo recebido:***

28 / 02 / 2015

**Artículo aceptado | *Artigo aceito:***

28 / 06 / 2015

---

**Email:** ferle3@ciudad.com.ar

## INTRODUCCIÓN

Desde hace cuatro años estamos a cargo de uno de los Talleres de Procesos Constructivos de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata. Si bien personalmente hace más de 20 años que soy docente universitario en materias relacionadas con las técnicas constructivas, el haber tenido la responsabilidad compartida de conducir una cátedra en estos últimos años me impulsó a volcar en un documento cuestiones relativas al proceso de enseñanza/aprendizaje de los procesos constructivos, cuestiones que han sido motivo de reflexión en esos y varios años que llevo en la docencia universitaria.

El Taller se estructura en tres niveles, compuesto cada uno de ellos por materias anuales. En el último de los niveles, del cual estoy a cargo, abarcamos lo que denominamos genéricamente *técnicas de montaje*, o sea, todo lo relacionado con procesos de prefabricación e industrialización ligados a la construcción, por lo que el tema tecnológico se presenta fuertemente vinculado con las experiencias desarrolladas en los países centrales. Esta situación ha llevado a un detenido análisis acerca de la manera en que se debía abordar el tema de la tecnología, ya que ni se podía referenciar nuestra enseñanza únicamente al desarrollo tecnológico foráneo, que es del que se cuenta con una mayor información y experiencias desarrolladas, ni ignorarlo.

El objetivo general del curso es dotar a los alumnos de los criterios e instrumentos básicos sobre las técnicas de montaje atinentes a las reales posibilidades de desarrollo en nuestro ámbito, pero teniendo en consideración todas aquellas experiencias efectuadas en los distintos lugares y que sean funcionales al objetivo descrito.

Nuestro país, así como el conjunto de los países periféricos, sufre un importantísimo déficit habitacional. Desde el punto de vista de las opciones tecnológicas, es muy difícil imaginar que este déficit pueda ser paliado únicamente con las llamadas técnicas tradicionales. Argentina, con una larga experiencia en la construcción masiva de viviendas populares, carece de una experiencia semejante en el desarrollo de sistemas industrializados dirigidos a la temática.

En la primera parte de este documento desarrollaremos, brevemente, los aspectos históricos más relevantes que abarca la tecnología constructiva relacionada con la prefabricación y la industrialización en los paí-

ses centrales. Seguidamente, se abordarán los diversos planteos alternativos a esa tecnología. Y finalmente, se describirán los planteos pedagógicos que hemos adoptado para el cumplimiento del objetivo señalado.

## LA TECNOLOGÍA CONSTRUCTIVA RELACIONADA CON LOS PROCESOS DE PREFABRICACIÓN E INDUSTRIALIZACIÓN DE LOS PAÍSES CENTRALES

En estos países las experiencias relativas a la prefabricación e industrialización se remontan a las primeras décadas del siglo XIX, en tanto que es posible presentar al Cristal Palace como el edificio emblemático del período. La Revolución Industrial permite la fabricación en grandes series de elementos de hierro y vidrio, pero lo destacable de la obra es su proceso de producción ya que esos elementos constructivos son terminados en taller y la única operación que se efectúa en obra es su montaje, sin ningún tipo de modificaciones ni tratamientos. Las grandes construcciones que dan respuesta a los nuevos temas arquitectónicos, como las exposiciones universales, estaciones de ferrocarril, grandes mercados, construcciones portuarias, etc., se desarrollan siguiendo estas mismas tendencias. Estas soluciones constructivas se presentan también en algunos de los edificios de la llamada escuela de Chicago y continúan, ya entrado el siglo XX, en edificios industriales como los realizados por Waler Gropius y en el de la Bauhaus. Esta arquitectura del vidrio, material que obsesionó al primer Movimiento Moderno, tendrá su representante más consecuente en Mies van der Rohe, de quien Banham (1979:128) dijo, refiriéndose a los detalles de sus edificios: «Hay pocos, y casi todos relacionados con el problema de las juntas del cristal con las vigas I (...). Trabajar para resolver ese detalle representó la mitad de la arquitectura de Mies desde que empezó a construir en América, y jamás lo solucionó». La culminación de su tarea se puede representar en el edificio Seagram de mediados de la década del '50. Esta idea del edificio totalmente vidriado se expandió como imagen de la modernidad corporativa sin que se contemplara, inicialmente, que esos edificios de una envolvente vertical muy debilitada se convertían en una máquina de consumir energía.

A partir de la década del '30, Jean Prouvé desarrolla una serie de propuestas, que profundizará a partir de la posguerra, para la materialización de envolventes industrializadas de chapa. Prouvé elabora sus trabajos a partir de los conocimientos adquiridos mediante su experiencia práctica como herrero. Si bien en el período de entreguerras ya se habían realizado algunas experiencias sobre la base de sistemas de hormigón premoldeado aplicados a viviendas, es a partir de la culminación de la Segunda Guerra Mundial cuando se desarrolla una tecnología basada en el uso masivo de grandes paneles de hormigón. Salas (2008:19) lo describe de la siguiente manera:

*el gran panel de hormigón fue de hecho el logotipo de la reconstrucción europea tras la Segunda Guerra Mundial (...) Los sistemas cerrados a base de grandes paneles fueron dominantes en la llamada «Europa del Este» y cuantitativamente importantes en los países que, en la época, conformaban la Unión Europea. En estas décadas los sistemas constructivos prefabricados impusieron de forma implacable (en pro de la economía y la urgencia) sus rutinas de actuación en mercados claramente de demanda.*

Estas formas constructivas se corresponden con esquemas fuertemente centralizados tanto desde lo político como desde lo económico y lo productivo. Respecto de este último punto, los sistemas son en su enorme mayoría cerrados.

A comienzos de la década de los '70 aparecen producirse críticas sobre la monotonía de estos conjuntos desde el punto de vista urbano, visual y de los espacios de uso resultantes, así como por su imposibilidad de integrarse a las tipologías urbanas preexistentes. Estas críticas se profundizan cada vez más y alcanzan a la prefabricación en su conjunto. Un editorial de la revista española *a+t* (1997:2) lo expresa de esta manera:

*Nadie intenta, en este momento, vender cientos de casas permanentes e idénticas fabricadas en taller. Parece claro que la estandarización no va por ese camino. La individualidad y la diversidad han calado hondo en este final de siglo y con características que se suponen inherentes a todo producto industrializado. Esto hace inviable —salvo situaciones excepcionales de catástrofe o de guerra— una producción en serie de cualquier edificio destinado a contener, de manera continuada las funciones del vivir o del trabajar.*

El anterior es un buen ejemplo de lo que entendemos por tecnología única: sus cultores ignoran las particulares condicionantes externas a su entorno, sólo la producción seriada de viviendas se justificaría en caso de catástrofe o guerra, como si la falta de cientos de millones de viviendas en todo el mundo no la justificara (Civit Evans. 2011).

A estas visiones se suma el hecho de que el déficit de viviendas en Europa a principios de la década del '70 ya no es tan acuciante, por lo que comienza a haber una clara tendencia a realizar conjuntos más pequeños y con una mayor variación formal y flexibilidad de uso. La crisis energética de la época impone fuertes regulaciones sobre las aislaciones térmicas de manera que algunos sistemas que no pueden adaptarse al cambio se vuelven obsoletos.

Como resultante de estas cuestiones empiezan a extenderse los sistemas abiertos, que ofrecen una arquitectura ya no necesariamente comprometida con una producción masiva, brindando una mayor variedad formal, de uso, y un mayor refinamiento.

Veamos cómo Salas (2008:23) define los alcances y limitaciones de los sistemas abiertos:

*Negamos por utópica la compatibilidad universal entre componentes, no obstante, los hechos demuestran la existencia de una compatibilidad acotada, delimitada, posible, que por supuesto no es espontánea. La industrialización abierta es una meta en cuya implementación las administraciones pueden tener un importante papel que jugar como impulsores, animadores y coordinadores de iniciativas.*

Paralelamente a la expansión de los sistemas abiertos, se intensifican la investigación y el desarrollo de la tecnología constructiva. Se extiende el uso de algunos materiales como el aluminio y la lana de vidrio y aparecen nuevos, como los variados polímeros, que revolucionan el tema de las instalaciones y de las diversas capas que componen la envolvente. Ésta tiende a evolucionar desde el monomaterial representado por los muros tradicionales o paneles como los realizados íntegramente en hormigón hacia la composición de paneles multicapa que, a diferencia de los anteriores, se conforman a partir de numerosas láminas y mantos superpuestos, y donde cada uno cumple una función específica y determinada. Patón (1996:6) describe la relación entre los paneles de fachada y los sistemas abiertos de este modo:

*Hoy en día los sistemas de paneles ligeros de fachada ya no son exclusivos de pioneros, al estar comercializados a través de numerosas firmas que ofrecen un extenso catálogo en el que figuran materiales como el acero, el aluminio, el vidrio, la madera o los plásticos con una variada tipología que se puede adaptar a cualquier necesidad mediante sistemas abiertos.*

Una alternativa que aun ofrece una mayor flexibilidad de opciones es la que propone la realización de componentes a partir de la vinculación entre la informática y la robótica. La elaboración y documentación de obra a través de programación CAD permite, en algunos casos, que esta información sea introducida en sistemas robóticos que pueden producir piezas diferentes con cadencias similares a las producidas mediante líneas de montaje. Desde hace unos quince o veinte años (quizás el edificio emblemático de esta tendencia sea el Guggengheim de Bilbao de 1996), las publicaciones internacionales de arquitectura vienen difundiendo edificios con una característica distintiva que se podría interpretar como expresionista, la cual implica formas cada vez más novedosas e impactantes, destacadas por la alta complejidad de sus geometrías. Esta arquitectura realizada en un marco de acumulación y concentración de riqueza hace culto al individualismo, considerándose al autor por sobre cualquier teoría arquitectónica, la que en realidad nunca llega a ser expuesta.

Esta tendencia lleva, en la mayoría de los casos, a una producción arquitectónica con elevadísimos costos. Éstos ahora son una de las resultantes del proceso y no una de las condicionantes. Se comprende que estos costos puedan ser solventados, ya que esta producción está dirigida a aquellos sectores ya mencionados de acumulación de riqueza, pero fundamentalmente porque asume y difunde de diversas maneras la representación de esos sectores, así como la representación de los propios autores de esa arquitectura, que se integran a este particular circuito productivo.

La evolución histórica brevemente referida persigue la idea de describir, de manera esquemática, las distintas alternativas tecnológicas desarrolladas en los últimos dos siglos en los países centrales relacionadas con las técnicas que nos ocupan. Se evidencia que, más que mostrar un desarrollo continuo, se presentan distintos caminos de búsqueda tecnológica condicionados por el conocimiento alcanzado en el momento pero también por las circunstancias históricas, sociales y económicas. En función del objetivo fijado en un comienzo del documento respecto del modo de abordar el aprendizaje de las técnicas constructivas de montaje, este panorama tiende a mostrarnos un sinnúmero de líneas de desarrollo más que una evolución ordenada correspondiente a una tecnología única que siguiese un derrotero «lógico».

#### ¿QUÉ TECNOLOGÍA?

Una de las preguntas recurrentes que formulamos en el Taller es la que referencia el título. Y cuando preguntamos ¿qué tecnología?, estamos aludiendo a que entendemos que no hay un solo tipo de tecnología, ni que es neutral, ni que tiene un desarrollo «natural» signado por la misma lógica del proceso. Una de las posturas frecuentes alentadas por los medios de difusión vinculados a los países centrales es señalar que la tecnología es neutral en cuanto a la cultura que la produce, que en realidad hay una tecnología que naturalmente evoluciona y va dando respuestas a las necesidades de la humanidad. De tal manera cualquier cultura puede incorporar tecnología producida en otra parte y así beneficiarse de ese desarrollo tecnológico. En realidad, como hemos visto, el desarrollo tecnológico no es lineal ni único, aun dentro de un mismo ámbito cultural co-

mo puede ser el conjunto de los países desarrollados. Amílcar Herrera, (1973:61–62) refiriéndose, hace ya más de cuarenta años, a la relación entre naciones centrales y periféricas, relata la manera en que la tecnología desarrollada se señala desde determinados ámbitos como la necesaria para los países periféricos:

*Este fenómeno se produce no porque la ciencia sea intrínsecamente un instrumento de dominación económica y social, sino porque las tecnologías que genera, y que responden a los fines, necesidades y aspiraciones de los países desarrollados, se presentan como únicas y predeterminadas por el desarrollo «natural» del conocimiento científico. Se olvida el hecho esencial que, en la mayoría de los casos, la solución tecnológica que una sociedad adopta para un determinado problema, es sólo una de las muchas que pueden extraerse del conocimiento científico existente.*

En la misma línea conceptual, Varsavsky (2013:27) señala:

La idea usual de progreso técnico es ir adquiriendo a toda velocidad los equipos, procesos de producción y experticia (o *know-how*, como se usa decir) con que nos deslumbran los países dominantes; «cerrar la brecha tecnológica» que nos separa de ellos en un camino único de desarrollo (...) (lo que) No puede ser rechazado en bloque pero menos aún aceptado en bloque, tanto en sus resultados como en sus métodos y modalidades. Tampoco alcanza con la actitud del comprador inteligente, que elige lo que le conviene: cuando empezamos planteando nuestros propios objetivos, encontramos que esa tecnología no tiene respuesta para muchísimos de los problemas prácticos que esos objetivos nos obligan a resolver, y debemos entonces adoptar una decidida actitud creativa y construir nuestro propio estilo tecnológico.

Llegados a este punto, podríamos afirmar que la posibilidad de transferencia tecnológica entre países tiene al menos dos dimensiones:

1. histórica, donde hechos tecnológicos pasados, pueden extrapolarse a situaciones actuales en otros países, cosa difícilmente aceptable por la tecnología «oficial» con su afán de estigmatizar lo pasado como obsoleto; y
2. contemporáneas, donde a la tecnología desarrollada se le pueden contraponer otras tecnologías.

Desarrollemos estas dos vertientes del problema.

### **MULTIPLICIDAD HISTÓRICA DE DESARROLLOS TECNOLÓGICOS**

Al analizar sucintamente la evolución de las tecnologías constructivas ligadas a los procesos de prefabricación e industrialización en los países centrales se verifica que, tal como se ha señalado, la evolución tecnológica no corresponde a un único proceso. Por el contrario, son múltiples líneas que a veces se desarrollan de forma paralela o consecutiva, complementaria o contradictoria. Que se interrumpen y tienden a desaparecer o reaparecen con otras proyecciones. Desarrollos dominados por una determinada técnica asociada a algunos materiales, tal el caso del acero y el vidrio o del hormigón premoldeado. Avances asociados a necesidades urgentes, como en el caso de la posguerra, con operatorias fuertemente centralizadas; o sistemas descentralizados, abiertos, alentados por el avance del mercado de los componentes de firmas comerciales. Desarrollos vinculados a imágenes simbólicas, como el caso de los edificios corporativos de vidrio o a problemas de equilibrio energético ambiental, como los surgidos como respuesta a la dilapidación de energía de aquellos edificios. Experiencias tecnocráticas basadas en la informática y la robótica, o individualistas, como la dominada por edificios «de autor» de geometrías complejas, impacto visual y desvinculación con la técnica constructiva.

Estas alternativas, entre muchas otras, configuran un «menú» de opciones tecnológicas al que otros países, en circunstancias distintas, pueden recurrir. No se trata de copiar soluciones ajenas sino de analizar situaciones que ofrezcan similitudes con la propia y en ese marco efectuar un análisis crítico de aquellas experiencias. Un claro ejemplo lo constituyen las tecnologías surgidas en la posguerra para dar respuestas al enorme déficit resultante del conflicto. Para tener una idea de la

magnitud de la destrucción, veamos algunos valores que da Ecured (2014) sobre la afectación de dos de los países de la contienda:

*Alrededor de 20 millones de ciudadanos de la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas perdieron su vida y 25 millones sus casas, pues quedaron destruidas por aquella guerra. A los soviéticos les destruyeron más de 30 000 fábricas; Alemania prácticamente perdió toda su infraestructura industrial: se destruyeron más de 2 250 000 viviendas y otros 2,5 millones fueron parcialmente destruidos.*

La tecnología para dar respuesta a esta situación fue la de grandes paneles de hormigón. Actualmente esa tecnología es considerada obsoleta; sin embargo, cuando se debió dar respuesta a una construcción masiva, fue la tecnología adoptada. No se puede asegurar que en la hoy sea la solución para paliar el déficit de los países periféricos, con carencias proporcionalmente tan importantes como las sufridas por los países beligerantes. Pero tampoco parece adecuado descartarla porque en los países desarrollados sea tildada de obsoleta. Las condiciones políticas, económicas, y de estructura productiva seguramente son distintas a las de la posguerra europea, aunque se cuenta con la experiencia de una producción importantísima y de un muy significativo número de sistemas alternativos dentro de esa misma tecnología. Por lo tanto, no sería razonable desconocer esas experiencias.

Al respecto, Herrera (1973:62) señala:

*La única solución para los países en desarrollo, es recuperar la tecnología como parte realmente integrante de su cultura. Convertirla de elemento exógeno condicionante, en modo legítimo de expresión de sus propios valores y aspiraciones. Este planteo no responde, por supuesto, a la posición ingenua que supone que es necesario reinventar toda la tecnología. El problema principal es recuperar la capacidad de decisión social del uso y fines de la tecnología; esto requiere invención en el sentido lato, pero en la mayoría de los casos, por los menos en el futuro próximo, adaptación de elementos tecnológicos creados en los países más adelantados.*

Ejemplos locales de tecnologías basadas en el manejo de los perfiles metálicos, las chapas o las maderas, seguramente tendrán la posibilidad de analizar tecnologías equivalentes desarrolladas en tiempos históricos en los países centrales. En cuanto a esto, es destacable el caso de Jean Prouvé, quien a partir del conocimiento instrumental del manejo de los metales, con técnicas de una complejidad relativamente simple, tal como puede desarrollarse en cualquiera de nuestros talleres de herrería, consigue revolucionar el concepto de la envolvente industrializada con una extraordinaria capacidad inventiva.

#### **CONTRAPOSICIÓN DE OTRAS TECNOLOGÍAS A LAS DESARROLLADAS POR LOS PAÍSES CENTRALES**

Han existido y existen diversos autores y pensadores que han cuestionado el criterio de una tecnología única. Al referirnos a una tecnología única aludimos a la idea de que la última desarrollada en los países centrales es a la que debe aspirar el conjunto de la humanidad. Lewis Mumford, Ernest Schumsher, Amilcar Herrera, Oscar Varsavsky, Julián Salas Serrano, etc. cuestionan esta idea. En el mismo sentido se han expuesto distintas teorías relativas a diversos tipos de tecnologías: apropiadas, adecuadas, intermedias, alternativas, etc. Estas denominaciones tienen —cada una— alcances relativos, ya que no siempre los distintos autores les asignan el mismo significado. Sin embargo, en conjunto plantean alternativas enmarcadas en la realidad de los países periféricos. Estas visiones, desde diversos puntos de vista, sostienen que a la tecnología de los países centrales es posible oponerle otras que consideren las características locales y las necesidades sociales como condicionantes, adaptándose a esas circunstancias.

Mc Robie (2001) describe los inconvenientes que tecnologías desarrolladas pueden provocar con su intrusión en países con escaso nivel de desarrollo:

*La elección de una tecnología es una de las cuestiones más críticas que afronta cualquier país, grande o pequeño, rico o pobre. (...) Schumacher fue el primero en poner de manifiesto, a principios de los '60, el papel crítico de la tecnología en el desarrollo económico. Argumentaba que los países del Ter-*

cer Mundo estaban confiando en las tecnologías de los países ricos con un riesgo: que las industrias de los países ricos, de gran escala, intensivas en capital y uso de recursos aumentarían más que resolver los problemas de los países pobres. Estas tecnologías son extraordinariamente inapropiadas porque:

- Ofrecen relativamente pocos puestos de trabajo, y muy caros, mientras los países pobres, con su gran número de desempleados y trabajadores precarios necesitan desesperadamente gran cantidad de puestos de trabajo de bajo coste.
- Se localizan generalmente en ciudades, que ofrecen grandes mercados, habilidades específicas e infraestructuras que no existen en áreas rurales donde vive la mayor parte de la población pobre.
- En muchos casos hacen desaparecer actividades tradicionales no industrializadas que se llevaban a cabo con anterioridad en áreas rurales.
- Aceleran la emigración de áreas rurales a centros metropolitanos.
- Hacen a los países en vías de desarrollo cada vez más dependientes de los países ricos en cuanto a préstamos, piezas de repuesto, habilidades y mercados.
- Deforman las culturas, así como las economías, de los países pobres, al concentrar la actividad económica en las ciudades y las elites sociales, rompiendo las estructuras rurales. La tecnología no es neutral culturalmente.

Una de las tendencias en cuanto a tecnologías alternativas es la desarrollada por diversos proyectos dirigidos a familias o muy pequeñas comunidades. Éstos alcanzan una vasta gama de productos que generalmente son realizados con materiales de desecho o de bajo precio, tales como calentadores solares, digestores de biomasa para la producción de biogás, materiales de construcción alternativos, como el uso de botellas para muros o bloques realizados con subproductos industriales, pallets para hacer muebles, etc. Estas propuestas sólo pueden cubrir necesidades básicas pero no proponen una modificación de los procesos productivos y de ninguna manera ofrecen una alternativa a la medida del déficit existente.

Salas Serrano (1992:92) reproduce una definición de CEPAL acerca de estas nuevas tecnologías: «Una tecnología es apropiada si se adapta a las condiciones específicas de un lugar determinado». Si bien es una definición genérica, señala que el desarrollo tecnológico debe, en primer lugar, adaptarse a las condiciones específicas del sitio. El mismo autor seguidamente reproduce una definición del Centro de Estudios Sociales del Tercer Mundo en México donde se cambia el término «apropiada» por «adecuada» y, lo que es más importante, se indican de manera más precisa sus características y alcances:

*La tecnología adecuada es un término que implica una visión particular de la sociedad y de la tecnología. Sugiere que esta última no es ni neutral ni evoluciona en una dirección única. Reconoce que los distintos grupos culturales y geográficos tienen tecnologías diversas que son apropiadas a sus circunstancias y que la autodeterminación tecnológica es esencial para la identificación cultural y la independencia política.*

Salas Serrano (1992:93) desarrolla una definición de las tecnologías alternativas pero a partir de sus características y pautas de conformación:

*No existe, y parece lógico, una definición consensuada y universal de tecnología apropiada. Intentando, pese al riesgo simplificador, un acercamiento al concepto, acotaríamos pensando en el sector de la vivienda popular, como aquellas tecnologías que tratan de recoger al máximo las siguientes características:*

- *Asimilable: retoma lo existente, lo transforma, lo adecua y en ocasiones lo supera.*
- *Sencilla: basada en una masa no siempre explicitada de conocimientos elementales, lógicos, populares.*
- *Intermedia: con un ponderado nivel entre técnica ancestral y avanzada.*
- *Poco costosa: a título orientativo pueden darse las relaciones: inversión por puesto de trabajo/ salario anual del orden de la unidad; inversión total/ producción anual: 1/5 : 1/10.*

- *Blanda: en el sentido de escasa incidencia sobre el medio ambiente.*
- *Ampliable: con capacidad de transformación para responder a la pequeña y mediana escala.*

No es fácil, e incluso nos parece utópico, el tratar de responder al cuestionamiento sobre cómo obtener una tecnología pretendidamente apropiada. No obstante, pueden señalarse algunas pautas que *a priori* parecen más fructíferas que otras en ese sentido:

- *Con la adaptación a las condicionantes actuales concretas tecnologías tradicionales.*
- *Con una mejora por adición de conocimientos, medio, equipos... tecnologías vernáculas o autóctonas.*
- *Con la introducción de cambios de escala en las capacidades que aparezcan como propias en algunos procesos.*
- *Con la mezcla de tecnologías o soluciones que a primera vista no parecen como complementarias*
- *Con la puesta a punto ex-novo de soluciones específicas a problemas concretos.*

Estas definiciones aclaran desde lo conceptual el alcance del término *tecnologías alternativas* pero no llegan a precisar casos concretos que ejemplifiquen el concepto.

En el caso de nuestro país, podríamos analizar algunas particularidades que correspondan a lo señalado.

La producción de vivienda económica tiene una larga historia que comienza con la Comisión Nacional de Casas Baratas en 1915, y sin embargo las construcciones realizadas con sistemas de prefabricación y/o industrialización han sido mínimas. Nunca ha logrado consolidarse una industria de producción de viviendas mediante sistemas como los señalados. Lo más cercano han sido sistemas de paneles de hormigón premoldeado, que en algunos casos, como el muy buen sistema Bi-plac M30, han desaparecido. El CEVE ha desarrollado algunos sistemas sobre la base de estructuras de acero o de cerámica armada, pero fundamentalmente dirigidos a pequeños grupos con fuerte participación del usuario en la construcción. En cambio, la actividad de prefabricación sí se ha consolidado en la producción de

construcciones de mayor tamaño, como las destinadas a talleres y fábricas, mediante sistemas metálicos pero fundamentalmente de hormigón premoldeado, con el que también se da respuesta a puentes, autopistas, canalizaciones, estadios, etcétera.

Por el estado de la capacidad instalada resulta claro que la bajísima incidencia de estas técnicas en la vivienda popular no se debe a problemas de resolución tecnológica, sino que han incidido factores como, por ejemplo, la competencia con las empresas de construcción de sistemas tradicionales, las formas de licitación de los entes estatales, la carencia de una demanda sostenida, entre otros.

Es claro también que nuestro país tiene la facultad para el desarrollo de sistemas de prefabricación masiva de viviendas populares, tanto desde el conocimiento, la experiencia y la capacidad instalada, ya sea en lo que respecta a la actividad metalúrgica como a la del hormigón premoldeado. Pareciera entonces que el problema se relaciona, más que con aspectos tecnológicos, con la falta de políticas que tiendan a alentar esa actividad.

#### ESTRATEGIA PEDAGÓGICA

El desarrollo anterior ha servido para definir el marco conceptual e ideológico en el que se inscriben las actividades del Taller, y más precisamente el tercer curso que toma como contenidos fundamentales las técnicas constructivas de montaje.

El docente universitario normalmente accede a su responsabilidad a partir del dominio de los conocimientos de su actividad profesional. Sin embargo, la posesión de esos conocimientos no garantiza de por sí que puedan ser volcados de manera positiva para los estudiantes. Rojas (2009:1) lo señala de esta manera: «Una larga tradición, que aún persiste, considera a la enseñanza como una demostración de los conocimientos que maneja el profesor, y el aprendizaje como la adquisición de una gran cantidad de información para memorizar por parte del estudiante».

García Hernández (2012:49), en coincidencia con esta apreciación, señala: «El arte de enseñar va más allá de sólo transmitir información, debe buscar formas de hacer que los alumnos hagan suya dicha información».

Otro aspecto a considerar convergente con éstos es el hecho de que el estudiante no viene vacío, como una caja que pueda ser llenada. Por el contrario, posee múltiples saberes y los nuevos conocimientos deben integrarse con los suyos. Grijalva (1999:4) lo expresa de este modo: «El conocimiento no es mera información, sino una actividad, un estado de entendimiento construido activamente por el sujeto que conoce sobre la base de anteriores conocimientos».

Estos aspectos sobre la mecánica del proceso de asimilación del conocimiento deben ser ponderados en función del carácter técnico de la materia.

Estamos formando alumnos que, si son afortunados, mantendrán su actividad profesional hasta más allá de la mitad del presente siglo. No parece fácil enseñar, fundados en nuestras experiencias acumuladas, para una proyección de un futuro tan lejano. Es cierto que el enseñar hoy, con la experiencia de ayer para el mañana, ha sido un constante de la actividad pedagógica, desde el primer maestro que compartiera un árbol con su discípulo. Pero con la particular evolución de los tiempos y los compromisos del desarrollo de nuevas tecnologías más acordes con nuestras realidades, aparece un nuevo ingrediente: la incertidumbre. Resulta menos complejo enseñar cuando se sabe que la técnica reconocida se mantendrá en el tiempo. No es nuestro caso.

Sin embargo, en los procesos constructivos podemos identificar invariantes. La relación entre tensión y deformación preocupó tanto a los constructores de Stonehenge, a Brunelleschi, como a los diseñadores de la estación orbital. El problema de provisión de materiales desveló a los arquitectos de Keops, pero también a nosotros con series distintas y renovaciones dudosas. Son invariantes que nos hablan del suelo y su conformación, de la transmisión de las cargas, de la forma en que se asocian los materiales, de las diversas habilidades de la mano de obra y su complementación, del aprendizaje, de las humedades y de cómo mantener ciertas condiciones de habitabilidad. Estas invariantes han derivado en criterios que nos dicen, por ejemplo, que la conducción de las cargas hacia el suelo se produce sometiendo a distintos tipos de tensiones las diversas

partes del edificio, y que esas tensiones, si queremos que lleguen felizmente al suelo (o sea que el edificio no colapse), deberán ser menores que las tensiones admisibles de los sectores afectados.

Estos criterios son una de las armas pedagógicas desarrolladas en el Taller, de manera que, en vez de tender al conocimiento memorizado de un sistema, preferimos que el alumno reflexione sobre los porqués de la particular conformación de ese sistema, y que esas reflexiones puedan ser extensivas a otros sistemas existentes o por desarrollar.

#### **LA ESTRUCTURA DEL CURSO**

Una constante reflexión sobre los temas señalados, tendiendo a garantizar una participación más activa de los estudiantes en el proceso de enseñanza/aprendizaje, se ha materializado en la actividad del Taller con la distinción de dos vertientes interrelacionadas. Una, la que trata a cerca de la elaboración, procesamiento e incorporación de los conocimientos de carácter técnico; la otra, referida a las actividades áulicas que permitan la participación reflexiva de los estudiantes.

Los contenidos teóricos y las reflexiones ligadas con la práctica constituyen un mismo cuerpo de actividades integradas que, aun teniendo tiempos de desarrollos específicos, se entrelazan en temáticas siempre convergentes.

Las clases teóricas, las lecturas y las evaluaciones parciales, conforman el conjunto teórico que se instrumenta como apoyo al desarrollo de actividades de análisis y diseño constructivo.

Las clases teóricas, tanto como las lecturas, tienden a la comprensión de los motivos del hecho tecnológico. Se evitan las recetas, el «esto se hace de la siguiente manera» y se alienta la reflexión sobre la propia resolución constructiva.

La cursada anual comienza, normalmente, con el análisis arquitectónico-constructivo de un edificio realizado en técnicas de montaje. La culminación de esa práctica consiste en una exposición del trabajo efectuado por los alumnos dirigida al conjunto del curso y apoyada por imágenes. Es frecuente que los ejemplos analizados no cuenten con toda la información detallada. Esto, lejos de configurarse como un inconveniente, alienta a los alumnos a conjeturar cómo debería ser ese detalle no

encontrado, con lo que el proceso de análisis incluye criterios de diseño constructivo que sólo pueden ser esgrimidos con una clara y profunda comprensión de las características técnicas estudiadas.

Durante dos jornadas, los estudiantes con sus exposiciones toman a su cargo el pulso del Taller. Cobran protagonismo, contestan las preguntas de sus compañeros y conforman una actividad fuertemente motivadora. Este práctico inicial determina la dinámica del resto del curso.

La experiencia de tomar la responsabilidad de la clase se ha verificado como una buena motivación. Ese carácter de clase también refuerza en los estudiantes su capacidad para la comunicación en una forma distinta de la gráfica.

Los dos prácticos siguientes, de diseño arquitectónico-constructivo, siguen pautas similares y se centran, a partir del diseño técnico, en la elaboración de criterios generales.

### CONFORMACIÓN DE CRITERIOS GENERALES

La elaboración de criterios generales se ha configurado como una herramienta pedagógica central. Desarrollaremos ahora algunos ejemplos de esta elaboración. Esta enumeración no es ni excluyente ni taxativa, sino que sirve de ejemplo acerca de la importancia que le damos en el Taller a la construcción de los criterios como forma de establecer un mecanismo que permita superar la temporalidad de las soluciones técnicas. Más allá de estos ejemplos, el objetivo pedagógico es que sean los alumnos los que elaboren los criterios.

#### • Elección de la técnica

Hemos desarrollado extensamente la problemática relativa a los problemas tecnológicos, acá simplemente agregaremos que como criterio general la elección de una técnica determinada debiera relacionarse con las condiciones locales, tanto de disponibilidad de mano de obra, materiales, equipos, dominio de la técnica, la capacidad instalada, el tipo de tema arquitectónico, los tiempos de obra y el presupuesto disponible. Resulta destacable la posibilidad de contemplar eventualmente técnicas tradicionales que a partir de modificaciones puedan ser integradas en procesos con un mayor nivel de industrialización. Asimismo, la posibilidad de la par-

ticipación de los usuarios. Este punto debe ser evaluado según las circunstancias, ya que algunos autores consideran que resulta contraproducente el uso de mano de obra de bajo rendimiento y consideran más adecuado que esa mano de obra se desempeñe en las tareas correspondientes con sus saberes y habilidades.

#### • La integración de los aspectos técnico constructivos en el proceso proyectual

Ya nos hemos referido al grave problema que implica la tendencia a proyectar la forma con independencia de la materialidad que la sustenta. Como criterio general se señala que es esencial que la geometría sea un auxiliar de la definición tecnológica, o sea que sirva como vínculo entre la forma y su materialización y permita la conceptualización de aquella mediante el manejo de sus leyes de formación.

#### • Costos de funcionamiento y mantenimiento

Ha sido muy frecuente en la historia de la construcción de vivienda masiva en los países periféricos que se tienda a derivar parte del costo inicial en costos de mantenimiento y funcionamiento. Las construcciones de baja calidad demandan una inversión casi inmediata y prolongada en mantenimiento, y las escasas aislaciones demandan costos en equipos y energía o, de no disponerlos, habrá malas condiciones de habitabilidad. El criterio general debe ser que para usuarios que normalmente carecen de capacidad de ahorro las construcciones no tendrían que significar costos fijos importantes.

#### • Proceso de montaje

En las técnicas que nos ocupan, el proceso de montaje es inherente al sistema. Como criterio general, el sistema de montaje debe estar presente como una de las problemáticas del proceso proyectual. Debe responder a las condiciones locales tal como la elección de la técnica, minimizar el uso de andamios y construcciones auxiliares. La simplicidad y adecuación del transporte también deben ser consideradas en esta cuestión.

#### • Criterios dimensionales

En la construcción por montaje, donde los componentes arriban a obra completamente terminados, es indispensable el planteo de una estrategia dimensional clara y abarcadora.

Como criterio general se debe contemplar que la estrategia dimensional debe abarcar las instancias de proyecto, producción de los componentes y su colocación a obra, pero además se debe adecuar a las características de las técnicas a utilizar.

- **La envolvente**

La podemos describir como una membrana semipermeable parcialmente regulable, ya que para algunas prestaciones, por ejemplo, las precipitaciones, debe resultar impermeable, y sin embargo para otras, como la ventilación, debe ser permeable y regulable.

El criterio general debe valorizar a la envolvente como principal elemento del mantenimiento de las condiciones de habitabilidad y optar por el consumo de energía como complemento en los casos en que la envolvente sea superada circunstancialmente.

- **Las juntas**

En la construcción por montaje, las juntas son elementos fundamentales para el correcto funcionamiento del sistema. Siempre señalamos que las juntas son un lugar de concentración de decisiones de diseño.

Como criterio general, la junta, si bien es una alteración en la continuidad de la construcción, debe constituirse en una continuidad para las prestaciones de esa envolvente.

- **Las fijaciones**

Éstas se corresponden con la necesaria continuidad de una construcción que, como la de montaje, tiende a ser altamente heterogénea. Las fijaciones deben integrar el sistema jerarquizado de transmisión de los esfuerzos a que está sometida la construcción.

Como criterio general, las fijaciones deben resolver eficientemente la transmisión de los esfuerzos de acuerdo con el esquema general del edificio, pero deben permitir los movimientos propios de la construcción. Tan perjudicial es que no transmitan efectivamente los esfuerzos como que no se permitan los movimientos diferenciales cuando sea necesario.

- **Los movimientos en la construcción**

Toda construcción presenta movimientos que deben ser reconocidos. Podemos efectuar una clasificación de los movimientos conforme a su origen y las principales características:

- o Los movimientos por deformaciones elásticas.*

La indisoluble relación tensión/deformación. La relación entre módulo elástico y resistencia a la rotura nos señala cuál será la deformación de un material antes de romperse.

- o Los asentamientos por el paso del tiempo.*

Con el paso del tiempo se da en los materiales, y también en el suelo, un fenómeno llamado fluencia, por el cual, a pesar de estar cargados dentro del rango elástico, van adoptando con el tiempo deformaciones plásticas.

- o Los movimientos de origen térmico.*

Los materiales usados en las técnicas de montaje generalmente poseen coeficientes de deformación térmica mayores (plásticos, metales), y a eso se suma el hecho de que se trabaja con piezas de mayor tamaño, con lo que las deformaciones también presentan una resultante mayor.

- o Los movimientos causados por las variaciones de humedad.*

### CRITERIOS GENERALES

Se deberá considerar que la deformación por tensiones no invalide funciones, aun dentro del rango de las tensiones admisibles.

De los movimientos por variación de humedad se deben distinguir los irreversibles, consecuencia de los procesos de fabricación, y los reversibles y repetitivos como consecuencia de la humidificación y el secado.

Como criterio general convendría, considerando las deformaciones permanentes, esperar un tiempo entre la extracción o manufactura de algunos materiales y su puesta en obra. (cerámicos, yesos prefabricados, piedras, maderas).

Respecto de los movimientos se debe destacar que la heterogeneidad de los materiales intervinientes en las nuevas tecnologías, sumado a su mayor tamaño lleva a que los problemas de movimientos se agudicen en gran medida.

Como criterio general frente a los movimientos se deberá priorizar la actitud permisiva. Un ejemplo lo explica muy claramente: si quisiésemos evitar la dilatación de una losa de por ejemplo 5mm por aumento de la temperatura, se debería oponer una fuerza igual a la que sería necesaria para comprimir 5mm esa misma losa.

### CONSIDERACIONES FINALES

La metodología descrita para el curso sobre el proceso de asimilación de conocimientos se corresponde con la señalada en la Propuesta Pedagógica (Leblanc *et al.*, 2010) de la cátedra para la totalidad de los tres años del Taller. En ella se describe el concepto de *conocimiento incremental*, que señala la manera en que, en cada uno de los cursos, se integra lo aprendido con los nuevos conocimientos. Esta evolución del saber queda claramente planteada en la *líneas conductoras* que recorren en vertical todos los cursos del Taller.

En cuanto a la herramienta pedagógica central del tercer nivel, los criterios generales, se debe señalar que son a la vez persistentes y dinámicos, ya que de su carácter general derivan respuestas particulares, condicionadas en el tiempo por la evolución tecnológica y social. Al reconocer el alumno una problemática particular a través de la óptica de criterios trascendentes, podrá enfrentar problemáticas análogas, con técnicas por venir.

Como decíamos, estos criterios generales tienen su aspecto dinámico, y es el que, a través de la innovación tecnológica, ha servido para hacer evolucionar los sistemas constructivos.

Se alienta el manejo y valoración de los sistemas constructivos vinculados desde una visión de indagación, que permite en el alumno una primera actitud frente a lo que definimos como innovación tecnológica. Si el alumno entiende que un sistema constructivo es algo acabado y resuelto, el espíritu de innovación queda esterilizado. Consideramos que el acercamiento desprejuiciado e indagador a la materialidad, afectada por nuestras realidades regionales y nacionales, es el primer paso hacia la innovación tecnológica. ■



---

## BIBLIOGRAFÍA

- BANHAM, R. (1979):** *Guía de la arquitectura moderna*. 1ª ed. Barcelona: Blume.
- CIVIT EVANS, E. (2011):** Importante déficit a nivel mundial. *El ojo digital*. Disponible en: <http://www.elojodigital.com/contenido/9919-importante-deficit-de-vivienda-nivel-mundial> (consultada en abril de 2014).
- ECURED.** Segunda Guerra Mundial. Disponible en: [http://www.ecured.cu/index.php/Segunda Guerra Mundial](http://www.ecured.cu/index.php/Segunda%20Guerra%20Mundial) (consultada en abril de 2014).
- GARCÍA HERNÁNDEZ, E. (2012):** La práctica pedagógica universitaria desde un enfoque motivacional. En *Lengua y voz* 2(2). Toluca: Ed. Universidad Autónoma del Estado de México.
- GRIJALVA, A (1999):** *Reflexiones sobre pedagogía universitaria*. Disponible en: [http://www.ifeanet.org/publicaciones/boletines/28\(3\)/451.pdf](http://www.ifeanet.org/publicaciones/boletines/28(3)/451.pdf) (consultada en enero de 2015).
- HERRERA, A. (septiembre–diciembre de 1973):** La creación de tecnología como creación cultural. En *Nueva sociedad* N° 8–9.
- LEBLANC, F. et al. (2011):** *Propuesta pedagógica*. 2011. Disponible en: <http://www.procesosfau.com.ar/wp-content/uploads/2011/04/PROPUESTA-PEDAGÓGICA.pdf>
- MC ROBIE, G. (mayo de 2001):** «Tecnología intermedia.» En ISF. *Revista de Cooperación*, N° 14. Monográfico "Ciencia, Tecnología y Sociedad".
- PATÓN, V. (1996):** «Una historia superficial.» En revista *Tectónica* N° 1. Madrid: ATC Ediciones.
- REVISTA a + t (1997):** Editorial. «La nueva estandarización.» *a + t* N° 10. a+t ediciones, Victoria–Gasteiz.
- ROJO, M. et al. (septiembre de 2009):** «Estrategias pedagógicas como herramienta educativa: "la tutoría y el proceso formativo de los estudiantes".» En *Revista Iberoamericana de Educación* N° 50–3. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI).
- SALAS, J. (octubre–diciembre de 2008):** «De los sistemas de prefabricación cerrada a la industrialización sutil de la edificación: algunas claves del cambio tecnológico.» En *Informes de la Construcción* 60(512), 19–34.
- SALAS SERRANO, J. (1992):** *Contra el hambre de vivienda, soluciones tecnológicas Latinoamericanas*. 1ª. ed. Bogotá: Escala Ltda.
- VARSAVSKY, O. (2013):** *Estilos tecnológicos*. 1ª. ed. Buenos Aires: Biblioteca Nacional.