



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL
DE LA CONSTRUCCION (IDEC)

Tesis Doctoral

El laberinto de la innovación en la construcción
Una aproximación estructural

Autor: ***Alberto Lovera***

Tutora: **Dra. Hebe Vessuri**

Trabajo presentado a los fines de ascender a la categoría de **Profesor Titular** en el Escalafón del Personal Docente y de Investigación de la Universidad Central de Venezuela

Caracas, Marzo, 2011

*A la memoria del maestro Henrique Hernández,
protagonista e inspirador de la innovación en la construcción*

Gracias a la vida

La producción del conocimiento es un proceso colectivo, aunque tome, como en esta ocasión, la forma de una presentación individual. Ella no hubiera sido posible sin el trayecto de indagación paciente y sistemática acompañado por muchos investigadores con los cuales he compartido y debatido a lo largo de muchos años sobre estos tópicos. Tampoco sin el fecundo ambiente intelectual de una universidad pública, nuestra UCV, la casa de la diversidad, y su apoyo institucional que ha regado el terreno fértil para que progrese el conocimiento en un clima de debate respetuoso de todas las corrientes del pensamiento. Más propicio aún porque la vida me regaló la posibilidad de laborar en un instituto de investigación y desarrollo tecnológico como el IDEC que ha sabido conjugar empeño en el trabajo con cordialidad, como nos enseñó su alma ductora, el maestro Henrique Hernández, a quien he dedicado estas páginas, que supo sembrar a todos los que antes y ahora nos ha tocado bregar en estos empeños con su sabiduría y su pasión. Nos legó esa herencia intelectual y humana invaluable.

Si ahora presentamos este resultado de investigación es porque hemos tenido una tutora que supo sortear las pérdidas de rumbo y orientar una carta de navegación que nos llevara a buen puerto. Hebe Vessuri supo esperar, retornos y dar buenos consejos para que culmináramos esta travesía. Sus agudos comentarios, observaciones y sugerencias nos permitieron un resultado final mucho más preciso. Espero que haya podido plasmar en estas páginas sus sabios consejos. No se me ocurren palabras para agradecerle su paciencia y su capacidad de no abandonar la presión sutil, pero efectiva, para que esta investigación arribara a su culminación, y el interés y el cariño con el cual ejerció ese rol de guía de este trabajo.

Alfredo Cilento nos regaló su sabiduría y generosidad al revisar los borradores de este texto. Es conocido que él se ha ocupado de estos asuntos con gran interés y acuciosidad a lo largo de su dilatada trayectoria profesional y académica, siendo referencia obligada en el campo de investigación aquí abordado. Sus observaciones y críticas nos permitieron mejorar muchas aristas. Las falencias son nuestras, pero sus agudos comentarios nos ayudaron a mejorar y completar aspectos que nos puso en evidencia. Mil gracias por ello. Es un orgullo poder contar con un compañero de trabajo como él, lleno de cordialidad y sapiencia, siempre dispuesto a aportar sus útiles aportes.

En el largo trajinar con los problemas del medio ambiente construido y todas sus aristas también hemos contado con muchos colegas investigadores con quienes hemos tenido el privilegio de compartir reuniones académicas e intercambios que nos han alimentado en nuestra travesía, fundamentalmente con los que habitamos en esta tierra latinoamericana, también quienes desde otras partes de la geografía mundial han tenido la generosidad de analizar y criticar nuestros hallazgos e interpretaciones.

Igualmente, todos los estudiantes con los cuales nos ha tocado intercambiar a lo largo de décadas en nuestras labores docentes, que nos han enriquecido con sus interrogantes y conocimientos. También a muchos actores sociales que nos han iluminado el camino, nos han obligado a hacernos nuevas (y viejas) preguntas, así como a indagar para dar respuestas acertivas en un campo de indagación y conocimiento cruzado por múltiples determinaciones.

No puedo dejar de mencionar al Dr. Hugo Casanova, que me orientó y me dió consejos muy útiles para nuestro trabajo durante nuestra estadía en la UNAM en México en la pasantía dentro del Programa de Macro-Universidades de América Latina y El Caribe y como Profesor-Investigador invitado de la UNAM, todo ello en el Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación (IISUE), así como tantos colegas investigadores con los cuales tuve ocasión de intercambiar y debatir en esa ocasión.

Cuando uno esta empeñado y embriagado en estas labores académicas tiene al unísono sus amores, que lo apoyan y se desesperan. Mi compañera Betty, ojos color gorrión, novia, amante, esposa, desplegó todas sus herramientas y astucias para ayudarme a que esta travesía llegara a su destino. Mi regalo es que la labor fue cumplida, a pesar que la hice pasar por tantos momentos de incertidumbre y le robé tantas ocasiones para compartir nuestras querencias. Espero resarcirla con creces.

En esta larga travesía muchos amigos y amigas me acompañaron con su solidaridad y apoyo. Una referencia especial se la debo a nuestro amigo francés Henri Coing, de larga y destacada trayectoria en la investigación urbana. Su consejo lo dejo consignado aquí porque puede ser útil a otros. La teoría Coing dice lo siguiente: Las tesis son como las huelgas, hay que saberlas terminar. En el proceso yo le agregué un corolario: no se puede aspirar a lograr la totalidad del pliego conflictivo. Si se alcanza un resultado satisfactorio está bien. Ya habrá ocasión para lograr algo mejor.

Mil gracias por los que han contribuido a llegar a este resultado. Estan exentos de responsabilidad. Lo que aquí está escrito no les compromete. Pero a todos, gracias. Y gracias a la vida.

Resumen

La presente investigación se propone una una aproximación estructural del proceso de innovación en la actividad de la construcción.

Se sostiene que para entender la forma que toma el cambio socio-técnico y la innovación en la rama de la construcción es necesario poner en claro que en este caso se trata de una trayectoria particular que está signada por el tipo de división del trabajo que impera en ella, una forma de manufactura particular, la de manufactura predominantemente heterogénea, que condiciona las formas particulares que toma la innovación en la actividad de la construcción, y que debe analizarse conjuntamente con lo acontece en el resto del Sistema Sectorial de la Construcción.

Para ello se pasa revista a los diferentes enfoques sobre construcción e innovación y se estudian las características de la industria de la construcción propiamente dicha, así como también el tejido productivo que la contiene, el Sistema Sectorial de la Construcción.

Se presentan y evalúan los variados enfoques y conceptos de los estudios de innovación para ponderar su utilidad para una investigación como la presente.

A partir de estos insumos se propone una interpretación de la innovación en la actividad de la construcción, identificando sus ámbitos y actores.

Se presentan las tendencias de la innovación en la construcción en el escenario internacional, diferencias entre países desarrollados, emergentes y subdesarrollados, y su carácter desigual.

La investigación concluye mostrando las peculiaridades del cambio socio-técnico en la actividad de la construcción, ilustrándolo con la metáfora de un laberinto de múltiples entradas y salidas.

Contenido

Estructura de este texto	11
1. Preguntas de Investigación: Para no perderse en el laberinto de la innovación de la construcción	13
1.1. El modelo dominante del análisis de la innovación	
1.2. La construcción y la innovación	
1.3. Preguntas de investigación	
2. Las indagaciones sobre construcción e innovación	28
2.1. La construcción en los sectores económicos	
2.2. La herencia de la actividad ancestral de la construcción	
2.3. La revolución industrial y la innovación de la construcción	
2.4. Taylorismo y racionalización en la construcción	
2.5. La exploración de la construcción: Macroeconomía, microeconomía y mesoeconomía	
2.6. Industrialización de la construcción e innovación	
2.7. Tratando de entender la construcción: atrasada o diferente	
2.8. Innovación en la construcción	
2.9. La exploración de la innovación en la construcción	
2.10. Los temas clave del debate	
3. El Sistema Sectorial de la Construcción	56
3.1. El Medio Ambiente Construido	
3.2. Sistema sectorial de la construcción y rama de la construcción	
3.3. La división de trabajo	

3.4. Las características de los componentes del Sistema Sectorial de la Construcción

3.4.1. Las características de la rama de la construcción

- *Actividad ancestral*
- *Manufactura Dominantemente Heterogénea*
- *Convivencia de variadas formas de producción*
- *Vinculación de la producción y del producto a la tierra*
- *Largo ciclo de producción y durabilidad de los productos*
- *Producción por proyectos y prototipos*
- *Construcción como una sola rama*
- *Separación de diseño y producción*
- *Breve Existencia de la Unidad de Producción*
- *La Empresa Constructora y las Obras de Construcción*
- *Bajas barreras de entrada*
- *Productos y Componentes de gran volumen y peso*
- *Baja Composición Orgánica del Capital*
- *Significación de la Fuerza de Trabajo*
- *Trabajo a la intemperie*
- *Condiciones inseguras de trabajo*
- *Importancia del conocimiento tácito y las barreras a la conservación del conocimiento*
- *Promotores y constructores*
- *La Forma de la Demanda*
- *El Lugar de la Construcción en la Economía Nacional*
- *Impacto en el medio ambiente*

3.4.2. Los otros elementos del Sistema Sectorial de la Construcción

- *La producción de materiales y componentes*
- *La producción de maquinaria y equipo para la construcción*
- *La comercialización de materiales y componentes y maquinaria y equipo y de los productos de la construcción*

3.5. Las fuentes del conocimiento en la construcción

4. Innovación, cambio socio-técnico y construcción

108

4.1. Los estudios sobre innovación y sus corrientes

4.1.1. Economía de la innovación

4.1.2. Los estudios sociales de la ciencia y la tecnología

4.2. Algunos conceptos clave de la innovación

4.3. La innovación en diferentes conformaciones socio-productivas

4.4. Aprendizaje tecnológico y competitividad estratégica

4.5. Enfoque dominante en los estudios de la innovación

4.6. Teoría de la innovación y la construcción

5. *La Innovación en la construcción: ámbitos y actores*

131

5.1. La innovación en los sectores no intensivos en investigación

5.2. El entramado de la innovación y el cambio socio-técnico en la actividad de la construcción

5.3. El laberinto de la innovación en el Sistema Sectorial de la Construcción

5.4. *Las rutas de la innovación en la construcción*

5.5. *Los componentes del sistema de construcción y edificación*

5.6. *El rol de los elementos del Sistema Sectorial de la Construcción en la innovación*

5.6.1. *Empresas productoras de materiales y componentes constructivos*

5.6.2. *Empresas productoras de maquinaria y equipo para la construcción*

5.6.3. *Esfera de la producción del medio ambiente construido*

- El ámbito de la promoción
- El ámbito de la construcción
- El Taller-Obra
- Formas de articulación, división del trabajo e innovación en obra
- *Las rutas de la innovación en la rama*
- La forma y la talla de las empresas de la rama
- De nuevo en el ámbito de la promoción
- Los servicios técnicos de apoyo
- Innovación supra-empresarial

5.7. La construcción sostenible y la innovación

5.8. La innovación y el cambio socio-técnico en otras formas de producción

5.9. Laberinto de entradas y salidas diversas

6. Tendencias de la innovación en la construcción

177

6.1. Las tendencias internacionales

Nuevos modelos de gestión de la producción
Procesos, técnicas y materiales de construcción
Seguridad y salud en la construcción
Recursos Humanos en la construcción
Sostenibilidad en la construcción
Maquinaria y equipo para la construcción
Nuevas Tecnologías de Información y Telecomunicaciones (TIC)

6.2. Desarrollo desigual en las tendencias

6.3. Las tendencias en los países emergentes

6.4. Las tendencias en los países subdesarrollados

6.5. Tendencias y deseos

7. Caminando por el laberinto de la innovación en la construcción: Consideraciones finales

200

7.1. Laberinto de la innovación y sincretismo tecnológico

7.2. Análisis estructural y análisis histórico

7.3. Desarrollo desigual

7.4. La doble naturaleza de la construcción: producción y servicio

7.5. Las rutas de los cambios socio-técnicos en la construcción

7.6. Relaciones de trabajo e innovación

7.7. Construcción sostenible e innovación

7.8. Metáfora laberíntica

Bibliografía y referencias bibliográficas

217

Indice de Cuadros

Cuadro N° 1: Diferencias entre la construcción y la producción industrial

Cuadro N° 2: Construcción por tipo de obra

Cuadro N° 3: Trayectorias tecnológicas sectoriales: determinantes, direcciones y características

Cuadro N° 4: Actividades específicas para la implementación por tipo de innovación

Cuadro N° 5: Campos de la innovación socio-técnica en la Construcción

Cuadro N° 6: Agenda estratégica de la Plataforma Tecnológica de la construcción

Cuadro N° 7: Agenda estratégica de investigación de la Plataforma Tecnológica Española de la construcción

Indice de Gráficos

Gráfico N° 1: Construcción. Proceso tradicional o de dos transformaciones

Gráfico N° 2: Construcción. Proceso de tipo mixto

Gráfico N° 3: Componentes del Sistema Sectorial de la Construcción

Gráfico N° 4: Los loci sociales de la tecnología

Gráfico N° 5: Modelos de innovación en la construcción

Gráfico N° 6: Conocimiento, flujo de información y actores en procesos basados en proyectos

Gráfico N° 7: Polígono de la sostenibilidad en la construcción

Estructura de este texto

Si le creemos a Julio Cortázar, y hay razones para ello, que escribió, citando a Dino Segre Pitigrilli, que “el prefacio es lo que el autor escribe después, el editor publica antes y los lectores no leen ni antes ni después”, no tiene sentido que hagamos este esfuerzo. Sólo dejamos aquí el esqueleto que articula este texto para la utilidad de sus lectores.

Nuestro análisis se inicia en el capítulo 1 con algunos de los planteamientos generales que motivan y justifican esta investigación. Enfatizamos la necesidad de profundizar el conocimiento de la actividad de la construcción, de las corrientes dominantes en el análisis de la innovación y de los elementos adicionales que hay que introducir para dar cuenta de las modalidades del cambio socio-técnico en el tejido productivo que da lugar al medio ambiente construido. Aspectos que serán profundizados en capítulos posteriores. El centro de este capítulo está constituido por las preguntas de investigación que la orientan.

En el capítulo 2 se pasa revista a las principales indagaciones sobre la actividad de la construcción y de las exploraciones que se han realizado sobre la innovación en ella desde muchas ópticas.

El capítulo 3 se dedica a estudiar con detalle las características de lo que hemos llamado el *Sistema Sectorial de la Construcción*, sus componentes y determinantes. Una indagación necesaria para identificar las piezas clave que condicionan las modalidades del cambio socio-técnico en su seno. Esta parte del texto culmina con un esbozo de las fuentes del conocimiento en la construcción, que plantea retos para la investigación futura.

En el capítulo 4 nos dedicamos a presentar los diferentes enfoques y conceptos que se han venido desarrollando en los estudios sobre innovación para dilucidar la utilidad de sus aportes por sí mismos y para el estudio de la innovación en la construcción.

El capítulo 5 aborda el núcleo de nuestro análisis: la innovación en la construcción, sus procesos y sus actores. Presenta a la construcción como un ámbito no intensivo en investigación sino marcado más bien como una comunidad tecnológica. A partir de allí se presenta la metáfora que presenta la innovación de

la construcción como un laberinto. Ello permite mostrar las diferentes rutas de la innovación en la construcción y la importancia de considerar los componentes del sistema de construcción y edificación. Se sigue con la consideración del rol de los diferentes elementos del Sistema Sectorial de la Construcción en la innovación en todo su ciclo de circulación, producción, circulación y consumo. Se culmina considerando el acicate que representa el reto de la construcción sostenible para la innovación en este campo, así como la consideración sobre las fuentes y modalidades de innovación provenientes de otras formas de producción, sobre todo en la producción habitacional emprendida por los sectores populares. Una reflexión final refina la metáfora del laberinto de la innovación en la construcción, presentándola con entradas y salidas diversas.

El capítulo 6 se pasea por las principales tendencias de la innovación en la construcción en el ámbito internacional, el desarrollo desigual de dichas tendencias en los países desarrollados, emergentes y subdesarrollados. La consideración de estas tendencias se contrasta con los cursos posibles y aquellos que ignoran la matriz estructural de la construcción.

En el capítulo final, se retoman las preguntas de investigación y se trata de anudar los hilos del análisis desarrollados a lo largo del texto. Se enfatiza tanto la metáfora del laberinto de la innovación de la construcción como la recurrencia del sincretismo tecnológico. Como se trata de una aproximación estructural, teórico-metodológica, se deja sentado que en investigaciones futuras este enfoque debe ser enriquecido con un análisis histórico, que refleje su manifestación variada en diversas formaciones sociales. Ello mostraría su desarrollo desigual. Se pone de manifiesto el carácter dual de la construcción como producción de estructuras físicas y como servicio de apoyo a las actividades de producción, circulación y consumo. Se retoman las variadas rutas de la innovación en la construcción, los efectos de las relaciones de trabajo en la construcción, así como las sinergias que la búsqueda de la construcción sostenible aporta como incentivos para la innovación. Concluyendo con la utilidad de la metáfora del laberinto de múltiples entradas y salidas como pieza interpretativa de la innovación y el cambio socio-técnico en la construcción.

Preguntas de Investigación Para no perderse en el laberinto de la innovación de la construcción

La actividad de la construcción, entendida como producción del medio ambiente construido, o en otras palabras, la “creación, mantenimiento o reforma de estructuras de naturaleza fija al terreno, que se erigen en un lugar determinado, y que comprende la edificación y las obras civiles” (Cf. Lindon, 1989: 12), ha sido tradicionalmente un objeto de estudio ambiguo en su definición y ubicación en la estructura económica y en sus derivaciones socio-técnicas.

El carácter ancestral de la actividad de la construcción, que hunde sus raíces en las primeras manifestaciones de la vida humana sobre el planeta, a pesar de las transformaciones que ha sufrido en las formas de ejecutarse a lo largo de la historia, tiene esa impronta. Lo cual no es ajeno a los caminos que ha tomado su evolución y transformación, entre ellos la persistencia a través del tiempo de la convivencia de diferentes formas de producción en su seno, aunque con una dominación creciente de las típicas de la producción capitalista, sin embargo con un ritmo y profundidad de penetración menor que en otras ramas.

La construcción igualmente es una actividad que se ejerce a la intemperie lo cual ciertamente no es privativa de ella (la actividad agro-pecuaria también lo hace), pero lo que sí no comparte con otras ramas de la producción es que requiere un terreno nuevo para cada producción, lo cual le da un carácter singular a cada proceso productivo, aún en los casos donde es posible un diseño repetitivo de las estructuras a erigir.

Lo anterior obliga a asumir cada construcción como un proyecto específico, lo cual tampoco es una característica exclusiva de la construcción (la construcción de maquinaria compleja u otras actividades de servicios también asumen esa modalidad), pero al sumarse a las otras características propias de la construcción le dan una fisonomía particular.

Un aspecto fundamental para entender la actividad de la construcción es que aún en la actualidad, a diferencia de otras ramas, la división del trabajo

dominante en ella no es la de tipo industrial (en el sentido de producción maquinizada o automatizada), sino la de manufactura heterogénea, lo cual permite analizar bajo otra óptica sus posibilidades de evolución y transformación tecnológica (tanto física como organizativa), sin perder de vista que hay diferencias entre las dos grandes sub-ramas que pueden identificarse en la construcción: la de producción de edificaciones y la de producción de obras civiles, aunque como conjunto pueda sostenerse que sigue siendo una rama con una división del trabajo donde impera la manufactura predominantemente heterogénea.

Nuestro análisis se inicia, previo a un recorrido general sobre los conceptos y enfoques que han marcado el ámbito de la construcción, con el análisis de las características de la rama de la construcción y con los sectores conexos, llamado el *Sistema Sectorial de la Construcción*, sin los cuales no es posible entender su funcionamiento ni el patrón de la innovación en su seno, como se verá en su momento.

Basados en este análisis de las características del Sistema Sectorial de la Construcción y de la rama de la construcción propiamente dicha que es parte de aquel, estaremos en mejores condiciones de analizar lo que la teoría y los estudios sobre innovación nos pueden aportar para entender cómo se da ese proceso en este caso concreto, así como las limitaciones que supone unos enfoques que a pesar de sus importantes hallazgos en sus diferentes variantes, deben ser enriquecidos con las modalidades propias de una actividad como la construcción donde la división del trabajo no es la de tipo industrial, como los analizados por buena parte de los estudios de innovación, con las excepciones del caso, sino de la de una manufactura predominantemente heterogénea, además de otras características de esta actividad, que obligan a la elaboración de un enfoque que dé cuenta de estas peculiaridades.

1.1. El modelo dominante del análisis de la innovación

En efecto, aunque hay un creciente interés de la investigación académica por explorar los procesos de cambio socio-técnico y de innovación en distintos sectores económicos, el centro de atención han sido las organizaciones con una división del trabajo típicamente industrial, que han estado en el núcleo de la grandes transformaciones tecnológicas y organizacionales que han acompañado la irrupción de cada nuevo paradigma tecnoeconómico y socioinstitucional en la era del capitalismo (Cf. Pérez, 2004). De hecho, el modelo dominante y los casos explorados de análisis del cambio socio-técnico y de innovación ha sido la industria maquinizada (y más recientemente la industria automatizada). Hay razones para ello: las grandes mutaciones están en la médula de las empresas industriales, que es el corazón de la producción de bienes y servicios y es allí donde se operan los procesos claves que marcan las macro-transformaciones tecnológicas, organizacionales y sociales.

La producción de investigaciones sobre estos aspectos es sumamente amplia en el mundo que, aunque con diferentes ópticas, sigue este énfasis, ya señalado, de focalizarse en los sectores económicos de punta en cada época. La evolución de este debate ha sido presentada sistemáticamente en varios textos que nos sirven de testigos de las diferencias y confluencias de los distintos puntos de mira de estos asuntos (Cf. Rosemberg, 1995; Vence, 1995; Rivera, 2005; Thomas/Buch (Comp.), 2008; Pirela, 2003, entre muchos otros). Ese mismo énfasis se puede encontrar en el caso de las investigaciones más importantes que sobre estos tópicos se han realizado en Venezuela (Cf. Pirela et. al., 1993; Pirela (Ed.), 1996; Mercado/Testa (Ed.), 2001; Pirela (Ed.), 2003; Mercado, 2004).

Sin embargo, cada vez son más frecuentes análisis del proceso de innovación en una gama más amplia de sectores de la producción de bienes y servicios (Cf. Viana (Coord.), 1994; Viana/Cervilla, 1998; Testa, 2003; Pirela et. al., 2000, 2005, así como la más reciente investigación del equipo del CENDES sobre la industria de alimentos y algunas de las presentadas en Pirela (Ed.), 2003). Y estas incursiones muestran la necesidad de ampliar el punto de mira ya que se trata de sectores donde encontramos diferentes configuraciones de la división del

trabajo, desde semi-artesanales hasta industriales, pasando por una amplia gama de organizaciones donde predomina la organización manufacturera del trabajo colectivo; de hecho, lo que se conoce como la “industria manufacturera”, según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), esconde en su seno tanto organizaciones donde la producción está organizada por el sistema de maquinarias, la producción típicamente industrial, como aquellas donde aún impera la organización manufacturera, vale decir que la producción está organizada en torno a la fuerza de trabajo y no del sistema de maquinaria.

Este análisis sobre Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i), a diferencia de otros abordajes centrados en actividades económicas donde impera otro tipo de división del trabajo, pone de manifiesto que los caminos de la innovación en una manufactura heterogénea toman una trayectoria diferente, donde junto a innovaciones en el propio proceso de producción del medio ambiente construido, se opera un *estallido* del mismo para trasladar muchas de las actividades realizadas a pié de obra hacia otras unidades del macro-sector de la construcción o Sistema Sectorial de la Construcción (producción de materiales y componentes, de maquinaria y equipo, etc.), aunque sin poder evitar los retos productivos de la actividad localizada de ensamblaje de los productos de la construcción en sus diferentes ubicaciones geográficas, donde sigue imperando una división del trabajo de manufactura predominantemente heterogénea.

Ello nos lleva a analizar las características de la industria de la construcción y sus relaciones con otros componentes del Sistema Sectorial de la Construcción, que comprende todas las actividades de producción, circulación y consumo del medio ambiente construido y no sólo su producción localizada.

Igualmente presentamos los parámetros básicos para el análisis de la I+D+i en este ámbito para una interpretación adecuada del proceso de cambio socio-técnico en una manufactura heterogénea como la construcción. Para ello nos detenemos en el análisis de las formas y caminos que toma la innovación organizacional y técnica en la rama de la construcción y en el resto del Sistema Sectorial de la Construcción.

1.2. La construcción y la innovación

La rama de la construcción ha sido tradicionalmente un ámbito mucho menos estudiado desde la perspectiva de la innovación, aunque en el escenario internacional eso ha cambiado radicalmente desde las décadas finales del siglo XX, y mucho más en el presente siglo. Durante mucho tiempo las corrientes teóricas dominantes consideraron a la actividad de la construcción rezagada desde el punto de vista de las formas de organización de la producción, al no adoptar las modalidades típicas de la industria maquinizada y automatizada y, por tanto asumida como una rama que toma trayectorias que divergen del modelo de industrialización dominante por sus características particulares. Este enfoque perdió fuerza con el pasar del tiempo al ponerse de manifiesto la importancia de las innovaciones incrementales que pueden constatarse en la rama de la construcción propiamente dicha, y las radicales que se alojaron preferentemente en otros ámbitos del Sistema Sectorial de la Construcción (la producción de materiales y componentes y la producción de maquinaria y equipo).

Diferentes investigaciones pusieron de manifiesto no sólo las características particulares de la rama de la construcción sino la importancia de analizarla en el contexto del conjunto del Sistema Sectorial de la Construcción (las ramas conexas) y el conjunto de actividades que dan lugar a la producción localizada del medio ambiente construido que no se resume a la empresa constructora sino que se extiende a la promoción, un factor clave al operar mediante proyectos (Cf. Carassus, 1989). Sobre esa base el análisis de la innovación y el cambio socio-técnico en la construcción tomó otro derrotero.

En el caso venezolano, la forma de organización de la construcción y las posibilidades de innovación en ella era foco de atención de algunas indagaciones (entre ellas: Cf. Hernández, 1964, 1971; Cilento/Hernández, 1973, 1974, 1975, 1978; Cilento, 1980; Bolívar/Lovera, 1982). A ello hay que sumar las investigaciones del Instituto de Urbanismo de la UCV, que exploraron la dimensión económica de la actividad de la construcción con énfasis en el sector inmobiliario (Cf. Palacios et. al., 1976; Nicolescu, 1981, 1987; Palacios/Nicolescu, 1985). Una investigación sobre la organización de la industria de la construcción (que incluyó

muchas consideraciones sobre el cambio socio-técnico en ella) fue realizada por un equipo de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV en los años ochenta (Cf. IDEC-SEU-IU, FAU, UCV. Equipo INCOVEN, 1986.a, 1986.b, 1987,1988, 1989.a, 1989.b), e indagaciones que se enmarcaban en ese esfuerzo (Cf. Martín, 1982, Becerra, 1985, Lovera, 1982, 1985). Posteriormente, estas líneas de investigación se han mantenido, tanto en lo referente a la organización de la rama de la construcción como a su comportamiento económico (Cf. Nicolescu, 1995, 1997; Lovera, 1989, 1990), así como la indagación sobre el segmento del circuito de la construcción dedicado a la producción de materiales y componentes (Cf. Becerra, s/f [1988]; Lovera (Coord.), 2005), así como su análisis macroeconómico (Cf. Nicolescu, 1995, 1997, 1998, 1999, 2004).

Algunos analistas que en diferentes momentos han reflejado en sus estudios las principales aristas de la rama de la construcción y han contribuido a desentrañar su forma de funcionamiento, desde los que fueron pioneros en nuevos enfoques en América Latina (Cf. p.e. Pradilla, 1974), como los que han incorporado posteriormente nuevas ópticas teórico-metodológicas a la indagación de la construcción (Cf. p.e. Panaia, 2004), insistieron en aquel entonces (posteriormente matizando sus pronósticos) o insisten en la actualidad en una prospectiva de la transformación de la división del trabajo en esta rama que parece improbable, aquella que llevaría a la construcción a recorrer caminos similares a los que llevaron a transformación de la manufactura en industria maquinizada. Cuando Panaia (2004) nos habla de poner fin a una “industrialización inconclusa” en la construcción, ello no pasa de ser una metáfora, que podría ser engañosa si no se pone en claro la características de la rama de la construcción que tiende a tomar caminos particulares en la introducción de las innovaciones socio-técnicas. Para ser justos, en los análisis de esta socióloga argentina se derivan diferentes patrones de evolución de la rama en sus variados segmentos, pero nos alertan a estar pendientes que la evolución-transformación de la división del trabajo de la construcción no tiene un camino unívoco ni es plausible esperar que tome la ruta que se ha operado en otros sectores de la producción.

Sostenemos que para entender la forma que toma el cambio socio-técnico y la innovación en la rama de la construcción es necesario poner en claro que en este caso se trata de una trayectoria particular que está signada por el tipo de división del trabajo que impera en ella, una forma de manufactura particular, la de manufactura predominantemente heterogénea, que condiciona las formas particulares que toma el cambio socio-técnico en la actividad de la construcción, y que debe analizarse conjuntamente con lo acontece en el resto del Sistema Sectorial de la Construcción.

1.3. Preguntas de investigación

¿Qué características tiene la rama y el Sistema Sectorial de la construcción que obligan a una mirada particular de ellos?

La rama de la construcción aunque forma parte de las actividades económicas de transformación (el sector secundario), tiene tantas características particulares que su registro se lleva aparte de la industria manufacturera en la estadística internacional. Ello es indicativo de que estamos frente a una rama que requiere de un análisis particular para esclarecer sus rasgos estructurales.

En el estudio de las características de la rama de la construcción y de sus articulaciones con el resto del Sistema Sectorial de la Construcción (también llamado circuito o macro-sector de la construcción), aquellas actividades económicas articuladas con la actividad de la construcción, pero distintas a la producción localizada del medio ambiente construido, se podrá constatar la importancia de diferenciar sus principales aristas respecto a otros sectores económicos y, en particular con relación a la industria manufacturera.

Aunque la construcción es una actividad ancestral que ha acompañado a la humanidad desde sus orígenes, y que aún en la actualidad combina diferentes formas de división del trabajo y de producción, aquí se analiza la forma dominante que ha adoptado en países subdesarrollados, Venezuela sirve de ejemplo, que no es otra que el dominio de las formas capitalistas de producción, sin por ello obviar su convivencia con otras formas de producción, particularmente en algunos segmentos del mercado, el habitacional en particular, donde su significación es

inegable en nuestros países, aunque tales formas de producción adquieren configuraciones particulares, híbridas muchas veces, pero marcadas por las tendencias dominantes en la producción y circulación del espacio construido.

Por ello la contribución de este texto es la de aportar una óptica estructural de la rama de la construcción, presentando las claves teórico-metodológicas para su interpretación, en base tanto en la investigación empírica que se ha realizado como a la de carácter teórico, aportando un entramado teórico capaz de explicar sus formas de funcionamiento, a partir de una mirada analítica desde las sociedades periféricas, tomando a la realidad venezolana como testigo, sin obviar otras contribuciones, particularmente las de América Latina.

¿Qué nos puede decir la investigación sobre innovación y cambio socio-técnico sobre la rama de la construcción?

Como ya ha sido señalado, a partir de un interés inicial por el análisis de la innovación centrados en los sectores más dinámicos, particularmente aquéllos que han sido los protagonistas principales de la irrupción de los nuevos paradigmas tecnoeconómicos y socioinstitucionales y las transformaciones que implican (Cf. Pérez, 2004), fundamentalmente sectores productivos intensivos en conocimiento y en I+D, progresivamente se ha incursionado en otros sectores de la producción con una configuración más variada.

Paralelamente, los análisis del cambio socio-técnico en sus inicios destacaron principalmente las transformaciones más radicales, siguiendo el énfasis schupemteriano, sólo posteriormente se ha destacado la importancia de los cambios incrementales, menos ostensibles pero igualmente importantes. Ellos se presentan en todas las esferas de la actividad económica, pero son particularmente importantes en aquellas donde la división del trabajo típicamente industrial no es hegemónica, la construcción una de ellas.

Dentro de ese enfoque que observa y analiza no sólo las innovaciones radicales sino las incrementales, han sido clave los aportes de Katz (1976, 1990), que destaca la importancia de la innovación incremental y el aprendizaje tecnológico en la industria manufacturera latinoamericana. Es una óptica que

ayuda a mirar procesos de innovación que sin producir cambios espectaculares (radicales), permiten destacar la importancia de cambios tecnológicos y organizativos que cambia la forma de operar de ciertas ramas. Esta es una línea de investigación que tiene enorme interés para el análisis de la rama de la construcción y de sus sectores conexos.

¿Cuáles son las rutas que toma la innovación en la rama de la construcción?

La rama de la construcción ha sido tradicionalmente un ámbito mucho menos estudiado desde la perspectiva de la innovación, porque se la ha considerado rezagada desde el punto de vista de las formas de organización de la producción al no adoptar las modalidades típicas de la industria maquinizada y automatizada y, por tanto asumida como una rama que toma trayectorias que divergen del modelo de industrialización dominante por sus características particulares, aunque una investigación de mucha profundidad fue realizada por un equipo de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV en los años ochenta para el caso venezolano (Cf. IDEC-SEU-IU, FAU, UCV. Equipo INCOVEN, 1986.a, 1986.b, 1987,1988, 1989.a, 1989.b) y algunas exploraciones precedentes se preocuparon de estos asuntos (entre ellas: Cf. Hernández, 1964, 1971; Cilento/Hernández, 1973, 1974, 1975, 1978; Cilento, 1980; Bolívar/Lovera, 1982).

Tanto en el ámbito internacional como en el nacional la exploración sobre la innovación de la construcción se ha incrementado sustancialmente en las últimas décadas, iluminando los caminos particulares que toma aquella en el ámbito de la construcción.

Como hemos señalado, la producción del medio ambiente construido ha sido considerada por algunos analistas como una actividad de producción donde sigue imperando una división del trabajo artesanal o semiartesanal (Cf. Asher, 1975); otros desde hace tiempo mostraron su modalidad manufacturera, en su variante heterogénea (Cf. Preteceille, 1976); otros más, esperan que la construcción tome el camino improbable de una industria maquinizada (o automatizada), algo que estuvo muy en boga en la época dorada de la introducción de los métodos racionalizados e industrializados en la construcción

(Cf. Salas, 2000), lo cual luce improbable por diferentes razones que fueron mostradas tempranamente (Cf. Bender, 1976) y por muchos otros analistas. La comparación de lo que sucedió y sigue sucediendo en la industria automotriz, el emblema de la transformación de la manufactura en gran industria, resulta espuria para la construcción. Las características de la rama de la construcción revelan que ésta tiende a tomar caminos particulares en la introducción de las innovaciones socio-técnicas y en su transformación de sus modelos productivos.

Sostenemos que para entender la forma que toma el cambio socio-técnico y la innovación en la rama de la construcción es necesario poner en claro que en este caso se trata de una trayectoria particular que está signada por el tipo de división del trabajo que impera en ella, una forma de manufactura particular, la de manufactura predominantemente heterogénea, que condiciona las formas particulares que toma el cambio socio-técnico en la actividad de la construcción y que una buena parte de ella no se da al interior de la rama propiamente dicha sino en sus ámbitos asociados.

¿Cuáles son los ámbitos y actores de la innovación de la construcción?

Aunque en todos los sectores económicos la innovación se opera en diferentes ámbitos, en la rama de la construcción la que ocurre en los sectores conexos es de una importancia mucho mayor comparativamente. Ello se debe a la separación de diseño y construcción, típico de los sectores que operan por proyectos no seriales, así como a la separación del control económico y técnico de la construcción, que da lugar a dos actores productivos distintos (aunque pueden coincidir): el promotor y el constructor.

Todo ello conduce a que tanto los ámbitos como los actores de la innovación son mucho más variados y localizados en ámbitos diferentes, aunque están interconectados. Unos en la rama de la construcción, otros en el circuito de las actividades conexas, incluidas las que están ubicadas en el ámbito supra-empresarial.

¿Qué nos dice la investigación sobre estos asuntos?

La investigación tanto del funcionamiento de la construcción como de la innovación en ella nos indica que nos encontramos frente a una rama que adopta caminos particulares, marcados por su especificidad.

A diferencia de otros países, sobre todo en los países desarrollados, en Venezuela y en América Latina la investigación sobre la rama de la construcción desde la perspectiva de la innovación no es abundante y sigue teniendo inmensas lagunas de información. La mayoría de las investigaciones en el caso venezolano se centran en el comportamiento macroeconómico de la industria de la construcción, con pocas incursiones más profundas que registren el comportamiento micro o mesoeconómico, aparte de algunos estudios de caso o de consideraciones cualitativas.

Las excepciones han sido la investigación INCOVEN (iniciada en 1980), que analiza la rama en sí misma desde una perspectiva mesoeconómica, y las del CENDES (de los años 2000), que mira a la construcción desde una perspectiva comparada con otros sectores, aunque sólo en el ámbito de aquellas empresas que forman parte del tejido que atiende a la industria petrolera, cuyo principal interés desde nuestra perspectiva es que permite mostrar las diferencias entre empresas constructoras e industriales.

Otros estudios no tienen ese alcance, sin embargo son de utilidad para mostrar las tendencias de funcionamiento y de innovación de las empresas constructoras. No existen, hasta donde sabemos, estudios similares de empresas promotoras de construcción, lo cual iluminaría esa zona oscura de entender cómo funciona la construcción y cómo se innova en ella.

¿Cómo entender la dinámica de la innovación en una manufactura predominantemente heterogénea como la construcción en países subdesarrollados?

La innovación en la construcción en un país como Venezuela (y en otros países con características similares, subdesarrollados o en desarrollo) es el

resultado de una mixtura particular de las tendencias internacionales y nacionales, de su forma de encuentro en el escenario nacional.

Las necesidades constructivas de los países de la periferia capitalista son sustancialmente distintas a las imperantes en los países desarrollados. Si para una buena parte de estas sociedades la dinámica conduce a una prioridad de mantenimiento y refracción de la construcción existente (Cf. Carassus, 2002), en el caso de nuestros países, sigue pendiente satisfacer importantes necesidades constructivas, no sólo en el campo habitacional, también en edificaciones para los servicios públicos (educacional, médico-asistencial, otros servicios sociales), como en el campo de las obras civiles para la infraestructura de apoyo a la producción y al consumo colectivo de la población.

Por su parte, la estructura de la producción en los países del Sur también tiene diferencias marcadas con la de los países desarrollados. En nuestros países subdesarrollados, el peso de las formas de producción impulsadas directamente por la población, particularmente en el mercado habitacional, tienen una significación innegable, al igual que las formas de articulación entre esas formas de producción y las convencionales, tanto en términos de producción, como en lo referente al aprendizaje tecnológico, la difusión y la traducción de las técnicas constructivas en los sectores populares (Cf. Bolívar/Lovera, 1982; Lovera, 1983; Bolívar, 1989.a, 1989.b; Rosas, 2005).

Pero la actividad de la construcción en sociedades subdesarrolladas no está exenta de la influencia de las transformaciones tecnológicas y organizativas que emergen del escenario internacional (Cf. Cilento, 1998; Blázquez, 2005; Monjo, 2005; Murcia, 2005; Del Cano, 2006; COTEC, 1997, 2000, 2006; Del Cano et. al., 2007). Tamizadas, ellas influyen sobre la operación de la industria de la construcción local y de sus sectores conexos. Su consideración es importante para evaluar hasta dónde esas tendencias pueden impactar en mayor o menor grado su desempeño y la introducción que estas innovaciones pueden encontrar terreno fértil para prosperar dada la estructura de la producción, de la demanda estratificada y las características y el momento que vive cada formación social posibilitan.

El resultado es la forma particular que toma el *sincretismo tecnológico* de la construcción (Cf. Cilento, 1996), basado en un conocimiento ancestral modificado por su evolución y mutaciones, y la capacidad de asimilación, aprendizaje tecnológico y traducción de las tendencias nacionales e internacionales en la variada estructura de producción y mercado de la construcción.

¿Cuáles son los caminos que toma la innovación de la construcción en las formaciones sociales de la periferia capitalista?

El resultado de nuestra indagación nos lleva a presentar una visión estructural de la innovación en la construcción en formaciones sociales de la actual periferia capitalista, poniendo énfasis en las latinoamericanas.

Bajo la metáfora de un laberinto, presentamos las rutas y ensayos de innovación de la construcción. Para ello nos valemos tanto de los aportes de las diferentes corrientes que analizan la innovación, como los estudios de América Latina han apuntado a esclarecer este proceso de innovación socio-técnica en la construcción, teniendo presentes los aportes de otras latitudes.

Los escenarios fundamentales para entender las modalidades de la construcción son, por una parte, la de su división del trabajo, su carácter de manufactura predominantemente heterogénea, y las características particulares de este campo de la producción, todo lo cual nos lleva a poner de relieve las diferentes modalidades de innovación en su seno, en lugar destacado las que ha planteado Slaughter (1998), que pone sobre el tapete las variadas formas como se presenta la innovación en la construcción, desde las más simples hasta las más complejas, de las innovaciones incrementales y hasta rutinarias, hasta las más radicales.

Este enfoque nos permite entender que en muchas de las innovaciones no provienen de la rama propiamente dicha, de la industria de la construcción, sino de los otros componentes del Sistema Sectorial de la Construcción, particularmente de la producción de materiales y componentes y de la producción de maquinaria y equipo, también de las nuevas formas de organización de la producción (gerencia). No es privativo de la construcción esta influencia de los sectores

conexos, pero en su caso son más importantes que en otras ramas de la producción.

De igual manera, se ponen de manifiesto las diferencias entre las diferentes sub-ramas, la de edificaciones y obras civiles, que aunque tienen múltiples vasos comunicantes, dado que el grado de especialización no las separa de manera neta, sí abre la posibilidad de una mayor tendencia en las obras civiles de albergar procesos menos diversos y más homogéneos, y por tanto más susceptibles de organizarse bajo la modalidad industrial o cuasi-industrial, mientras en el campo de las edificaciones, la variabilidad de los procesos tiende a perpetuar modalidades de división del trabajo manufacturera, en general bajo la forma de manufactura heterogénea.

Todo ello conduce tanto a procesos de “explosión” como a procesos de “implosión” del proceso productivo. En el primer caso, ciertas fases del proceso productivo que previamente se llevaban a cabo en la propia obra, se convierten en actividades y/o productos independientes (ejecutadas por lo general por empresas o equipos de trabajo diferentes a la unidad empresarial que comanda la obra), y se incorporan a las obras como tales. En el segundo caso, el de la “implosión” se opera el proceso inverso: ciertos sub-productos y actividades que se habían independizado del trabajo en obra regresan a ella, transformadas bajo diferentes modalidades.

El resultado es que, a diferencia de las ramas intensivas en conocimiento (como la industria química y petroquímica, informática y telecomunicaciones, farmacéuticas, etc.), las dominadas por la ingeniería y la solución de problemas específicos en cada proceso productivo, la construcción de manera emblemática, lo fundamental no son las actividades de I+D en el seno de la empresa constructora, sino las actividades de ingeniería, algo que encontraron y llamó la atención a los investigadores del CENDES al comparar las empresas típicamente industriales y las de construcción en el segmento que analizaron (empresas proveedoras de la industria petrolera), que vale la pena destacar, no eran pequeñas y medianas empresas constructoras, sino de gran porte, y sin embargo,

hallaron este tipo de comportamiento, que es común en las empresas constructoras de diferente talla (Cf. Pirela et. al, 2000, 2005).

El otro aspecto destacado es que muchas de las innovaciones provienen de los sectores conexos del Sistema Sectorial de la Construcción, de la cual la industria de la construcción es parte.

Todas estas aristas nos permiten iluminar los recorridos que se operan en el laberinto de la innovación en la construcción. Un laberinto muy particular porque tiene variadas entradas y salidas a lo largo de su recorrido.

Las indagaciones sobre construcción e innovación

La actividad de la construcción es un objeto huidizo en los análisis y clasificaciones. No hay duda que forma parte del mundo de la producción, pero tiene muchos vasos comunicantes con el ámbito de los servicios por dar lugar a las estructuras físicas de apoyo a otras actividades de producción y de consumo colectivo e individual. No calza fácilmente en los casilleros que se muestran útiles para otras actividades con límites más precisos. Ello ha conducido a que durante mucho tiempo haya sido evadido como objeto de análisis con una intensidad similar a otros sectores de la economía, a pesar que su significación económico-social es reconocida por todos. Sin embargo, muchos esfuerzos de investigación se han hecho desde diferentes latitudes para entender su importancia y los caminos de su transformación.

No nos proponemos emprender aquí el inventario completo de las indagaciones sobre la construcción. Nuestro propósito es referir aquellas que han sido significativas para entender esta actividad en el ámbito latinoamericano, y en especial, en el contexto venezolano, que nos sirva de punto de apoyo para descifrar las claves de la actividad de la construcción en el mundo de los países subdesarrollados, en particular de este segmento que componen los países de América Latina, a partir de las evidencias de uno de ellos, Venezuela, donde se presentan, con las particularidades del caso, muchas de las aristas que son comunes a esta parte del mundo que ocupa un lugar periférico del circuito capitalista internacional. Aunque hay rasgos comunes en la actividad de la construcción en diferentes latitudes, es conocido el carácter desigual del desarrollo capitalista en diferentes puntos del planeta, y en las zonas subdesarrolladas su despliegue toma rasgos distintivos en su funcionamiento, y aunque las tendencias generales colocan su impronta en unos y otros espacios, es posible identificar en los países subdesarrollados la presencia de lo que desde hace mucho tiempo se llamó la heterogeneidad estructural de nuestras economías y sociedades. Si ello fuera poco, también las necesidades constructivas de los países como los

latinoamericanos, Venezuela incluida, son muy diferentes de los problemas de la construcción en el mundo desarrollado.

Nuestro centro de interés es el de la construcción en los países subdesarrollados, los de América Latina en particular, el caso venezolano nos sirve como testigo principal, pero no único. Obviamente la realidad de la construcción de nuestros países no está exenta de la influencia, a veces determinante, de lo que acontece en el panorama internacional. Sólo que en el caso de nuestros países las necesidades y capacidades constructivas marcan una diferencia respecto a los países desarrollados.

Bajo este paraguas presentamos los elementos analíticos que siguen. Escogimos los que iluminan mejor el sendero para entender la actividad de la construcción en Latinoamérica, sin por ello ignorar aquellos aportes que originados desde otras latitudes fueron asimilados por la indagación de la construcción en nuestros lares, que no han sido pocos.

2.1. La construcción en los sectores económicos

La clasificación de la economía en tres sectores (primario, secundario y terciario) es moneda común en la descripción macroeconómica, aún cuando en la actualidad es menos frecuente su uso, es citada en ciertos textos económicos recientes (Cf., p.e. Maza, 2002). Esta conocida trilogía fue propuesta por Colin Clark en 1938 en su obra *The conditions of economic progress*, para clasificar desde el punto de vista de su estructura técnica a las actividades económicas en tres sectores, según su papel en el proceso productivo. *Sector primario*: dedicado a las actividades extractivas o de primera transformación: agricultura, cría, pesca, bosques, caza, minería e hidrocarburos. *Sector Secundario*, donde su centro de actividad es la transformación o elaboración a partir de bienes intermedios: manufactura, construcción, generación de energía eléctrica. *Sector Terciario*, distribución y servicios: comercio, servicios, transporte. Aunque Clark abandonó esa terminología en la tercera edición del libro citado, publicado en 1957, sustituyéndola por una más agregada: agricultura, industria y servicios (Cf. Barre, 1958; Córdova, 1973), la diferencia original al interior de cada sector permite

reflejar las diferencias de los sub-sectores dentro de cada uno de ellos, que corren el riesgo de perderse por una homogenización excesiva, por cual ha persistido la utilidad de los sectores que propuso Clark originalmente.

En lo que se refiere a la actividad de la construcción, aun cuando no ha dejado de considerarse como parte del Sector Secundario, llama la atención que sigue mostrando su entidad propia dentro del mismo, y sus registros contables se llevan separadamente. Evidencia de una actividad que aunque comparte con otras la elaboración de bienes, tiene un perfil particular, que no puede ser asimilada al sector industrial, indicio de sus características particulares.

2.2. La herencia de la actividad ancestral de la construcción

La actividad de la construcción es *ancestral*. Por supuesto, sus formas de producción han evolucionado y se han transformado en el tiempo, pero forma parte de aquellos segmentos de la actividad productiva que se alimentan de “una tradición técnica ininterrumpida” (Bernal, 1979: 55). Caso típico de actividades económicas que preexisten al desarrollo capitalista, en este caso sus orígenes se hunden mucho más atrás en la historia del desarrollo humano.

Este carácter *ancestral* de la actividad de la construcción ha sido ilustrado por los historiadores de la ciencia y la tecnología (Cf. Klinckowstroem, 1965; Derry/Williams, 1977; Guille (Coord.); 1978; Bernal, 1979.a, 1979.b.; Williams, 1987; Basalla, 1991), como también por aquellos analistas que se han ocupado específicamente de la evolución técnica de la construcción (Cf. Steinman/Watson, 1979; Antón/Marquet, 1984), ello sin mencionar las amplias referencias que sobre este asunto se encuentran en las historias de la ingeniería, la arquitectura y la tecnología (Cf. Derry/Williams, 1977; Williams, 1987).

Aunque es de importancia innegable en países de América Latina las formas de producción y los productos constructivos de las épocas indígena, colonial y las primeras etapas de la República independiente, ello corresponde a un largo período histórico en el cual no nos podemos detener, aunque ha sido explorado por los historiadores y otros analistas del fenómeno urbano en nuestro

continente (Cf. Segre (Relator), 1985; Gasparini/Posani, 1969, entre muchos otros).

No sólo en el caso de los países de la periferia capitalista, sino también en los países desarrollados se ha destacado que, a diferencia de otros sectores de la producción que surgieron con el capitalismo, la producción inmobiliaria preexiste a él, lo cual produce efectos sobre su forma de organización y operación (Cf. Topalov, 1987).

No hay duda que esta herencia deja huellas en la actividad de la construcción, incluso en la actualidad, pero nuestro interés se centra en las formas actuales y dominantes de la operación de la construcción y los caminos que toma en ella la innovación. Las referencias a esta herencia no estarán ausentes por completo, pero su consideración detallada rebasa el alcance de la presente investigación, sin por ello dejarlas de tener en cuenta para el análisis, en particular para entender la convivencia en la actualidad de diferentes formas de producción por la persistencia de lo que los científicos sociales llamaron la «heterogeneidad estructural» (Pinto, 1976; Prebisch, 1973), o lo que señala el historiador José Rafael Lovera cuando señala, aunque con cierta exageración, que “todavía en nuestros días se construyen casas de hacienda siguiendo los antiguos procedimientos (...). Los procedimientos de construcción señalados no se diferencian en casi nada de los que se emplean hace más de dos siglos, y constituyen tajante evidencia de lo que se ha llamado «alto nivel de contemporaneidad» observado en nuestro país, en el cual conviven paralelamente técnicas de tiempos remotos con tecnología muy avanzada” (Lovera, J.R., 2009: 68-69).

Es sabido que históricamente la tecnología precedió a la ciencia, con mucho mayor énfasis en aquellos asuntos que requerían soluciones prácticas y para las cuales durante mucho tiempo no había otro camino que la experimentación por ensayo y error y “aprender haciendo”. Eso fue cambiando con el tiempo y aún en las actividades más rutinarias de la relación del hombre con la naturaleza la irrupción de la ciencia las fue impactando hasta llegar a una situación en la cual los vasos comunicantes entre tecnología y ciencia se fueron haciendo

más estrechos, produciéndose una convergencia de ambas esferas, lo que ha sido caracterizado como la “tecnologización de la ciencia y la cientificación de la tecnología” (Vessuri, 2007), aún cuando sigue presente esa diferente forma de acometer las actividades tecnológicas y científicas, cuyas motivaciones, lugares de actuación y formas de operar no dejan de mostrar una marca particular, más allá de su creciente interrelación.

De hecho, hoy en día, cuando no hay duda que la propia actividad constructiva está impactada por los conocimientos científicos y gracias a ellos ha podido acometer muchas obras impensables sin esa contribución (es el caso sobre todo de las que se conocen como obras civiles, pero también de grandes edificaciones), persiste la marca no sólo de sus orígenes ancestrales sino en su operación orientada a la acción práctica. Es por ello que se sigue insistiendo en las diferencias entre las motivaciones y formas de operar de científicos e ingenieros, algo que vuelve a aparecer como una clave interpretativa en exploraciones que profundizan sobre las formas que toma el aprendizaje tecnológico en esos ámbitos, en contraste con las prácticas habituales de los científicos para su adiestramiento (Cf. Vessuri, 1997).

A pesar de la convergencia creciente de la tecno-ciencia y del impacto de la investigación científica en la actividad de la construcción, para entender su operación es particularmente pertinente la diferenciación que estableció Michael Polanyi (1958), entre conocimiento tácito y conocimiento codificado. El primer tipo de conocimiento, a pesar de su utilidad para alcanzar objetivos prácticos, presenta dificultades para ser transferido como no sea con su aplicación. El conocimiento codificado, en contraste, puede ser más fácilmente formalizado y comunicado. Ambos tipos de conocimiento se presentan simultáneamente (Cf. Casas/Dettmer, 2008).

Lo que podemos concluir respecto a este aspecto es que tanto por su origen ancestral como por su vocación práctica, aunque la construcción ha sido impactada y penetrada por los hallazgos científicos y los resultados de la tecno-ciencia, muchos de los aspectos de su operación siguen dominados por el conocimiento tácito, aunque no está ausente el conocimiento codificado. Esto es

un caldo de cultivo para que prosperen en su seno la heterogeneidad de formas de producción y su convivencia, aún en las etapas donde las formas capitalistas de producción se hacen dominantes.

2.3. La revolución industrial y la innovación de la construcción

No hay duda que uno de los caminos de la transformación de la actividad de la construcción se opera desde el siglo XVIII en adelante como consecuencia de la llamada revolución industrial. La aparición de nuevos materiales, de nuevas formas de organización del trabajo, así como por el avance del conocimiento científico sobre los insumos constructivos, introduce innovaciones importantes en la forma de construir y el rol de los distintos actores del proceso. Igualmente, por las transformaciones en la maquinaria de la construcción (primero hidráulica y luego a vapor), que se operaba desde entonces (siglo XVIII) e, incluso antes (esta última consideración se la debemos a Alfredo Cilento).

Los debates sobre estos aspectos están recogidos en los planteamientos de arquitectos e ingenieros, ahora diferenciados como dos profesiones separadas, que viven tensiones y descubrimientos así como complementariedades. Ese largo debate ha sido sistematizado por diferentes analistas de la historia de la arquitectura y de la ingeniería (Cf. Benévolo, 1996; Curtis, 2007; Dembo, 2003; Frampton, 1998; Martín, 1987; López, 2003), sobre el cual no nos detendremos en sus detalles históricos y en las diferentes corrientes, lo que nos alejaría de nuestro foco, sin por ello negar su interés, rescatando más bien las derivaciones que estos hechos significan para el análisis de la innovación en la construcción.

El análisis de estas transformaciones sobre la construcción a partir de la aparición de nuevos materiales, de nuevas formas de organizar la producción de los insumos constructivos (viejos y nuevos), de su impacto en la organización de la producción, de la influencia de los avances en el conocimiento científico en el campo de la construcción, muestra algunos de los caminos que toma la innovación en la construcción. Desde entonces se destaca la importancia de las transformaciones productivas en los sectores conexos (producción de materiales, producción de herramientas y maquinarias) a la labor constructiva propiamente

dicha, y cómo desde esos ámbitos termina impactando en las propias formas productivas de la construcción en sitio lo cual se puede ilustrar con lo que sucede, por ejemplo, en las estructuras metálicas (Cf. Silva, 2009) o en la producción de edificaciones y obras civiles con otros materiales (Cf. Dembo, 2003).

El análisis de estas trayectorias nos mostrará algunos de los laberintos que toma la innovación en la construcción.

2.4. Taylorismo y racionalización en la construcción

En los inicios del siglo XX son conocidos más ampliamente los estudios que Federick Winslow Taylor había iniciado a finales del siglo XIX, plasmados en sus obras *Shop Management* de 1903 y *Principles of Scientific Management* de 1911 (Cf. Taylor: Taylor/Fayol, 1981), resultado de sus indagaciones sobre la administración científica del trabajo que aunque abarcan aspectos mucho más amplios de la producción, y cuya consideración detallada no es nuestro propósito, debemos señalar que quienes realizaron un análisis crítico de este enfoque enfatizaron la separación de concepción y ejecución del trabajo (Cf. Braverman, 1975; Aglietta, 1979; Coriat, 1982), más tarde otros lo han conceptualizado como un modelo de diversidad y flexibilidad (Cf. Boyer/Freyssenet, 2001). Lo traemos al tapete porque una de sus ejemplos se refiere a la construcción, y porque el debate sobre el taylorismo en esta rama tendrá otras derivaciones, como veremos.

En efecto, en una de las secciones de los *Principios de la Administración Científica*, Taylor analiza como uno de los casos para mejorar la producción el trabajo de albañilería a base de ladrillos, basándose en los estudios de Frank B. Gilbreth. El estudio presentado es probablemente uno de los primeros análisis del proceso de trabajo de la construcción, paso por paso, de los tiempos y movimientos de los obreros, y de la forma de optimizar su operación, así como el papel clave de la supervisión y la gerencia. Aparece así la llamada «racionalización» de la construcción, que en palabras de Blachère (1975: 9), “Racionalizar la producción quiere decir estudiar los métodos de producción, a fin de reducir el tiempo de trabajo, reducir los tiempos-máquinas, en vistas a conseguir la mejor productividad y la mejor rentabilidad”, aunque como este autor

señala esta modalidad puede aparecer aún en etapas previas a la industrialización, en la artesanía y la división del trabajo manufacturera.

Esta referencia explícita de Taylor a la construcción no quedará sólo allí. En el debate en el campo de la arquitectura, particularmente en el llamado movimiento moderno, se toma la referencia al taylorismo como posibilidad de transformar la producción del medio ambiente construido y la práctica arquitectónica (Cf. Blachère, 1975; Martín, 1987; Benévolo, 1996; Curtis, 2007).

De esta tradición quedarán como legado los estudios sobre movimientos y tiempos en el proceso de trabajo, sobre el papel de la gerencia en la optimización de la administración de la producción, que sigue estando presente hasta nuestros días. Este tipo de acercamiento tiene el interés que en sus orígenes fue desarrollado cuando lo dominante en la producción capitalista era la división del trabajo manufacturera, y uno de sus retos era pasar de la reunión de trabajadores de oficio a un organización donde la gerencia se apropiara del conocimiento de cada trabajador y tomara el mando no sólo económico sino que dictara las pautas de la producción, separación neta del trabajo intelectual y de planificación del de ejecución, vale decir: el dominio de la manufactura capitalista, que en ciertas ramas preparó el terreno para la transformación de estas manufacturas en industrias maquinizadas. No fue el caso de la construcción sino parcialmente, donde las manifestaciones de la revolución industrial sólo alcanzaron ciertos segmentos de esta rama, en la cual siguió predominado la división del trabajo manufacturera, conviviendo con otras modalidades, anteriores y posteriores, aunque transformadas e híbridas, sin que llegaran a adoptar las formas que se hicieron dominantes en otras ramas, cuando las formas tayloristas fueron sustituidas en buena parte de ellas por esquemas fordistas (la cadena de producción), mostrando que la industria de la construcción, aún con todas las transformaciones que se han operado en su seno, sigue siendo en lo fundamental una rama no-fordista (Cf. Du Tertre, 1998; Panaia, 2004).

Este asunto del taylorismo en la construcción reaparecerá a raíz de los debates de la caracterización de este sector, sobre todo con las contribuciones europeas, que tratarán de esclarecer las paradojas de una rama que presenta

particularidades que no se atienen a lo que sucede en muchas otras. Para entender este asunto en la construcción se ha propuesto diferenciar la forma “taller” de la forma “obra”, mostrando que los parámetros tayloristas se expresan de manera particular y parcial en esta rama, lo cual obliga a considerarlo un sector con características propias, donde la división del trabajo y las formas de operación de la producción no son asimilables a las que se presentan en otros sectores, hasta el punto que se puede hablar no sólo que las modalidades fordistas no se hacen presentes, sino que patrones tayloristas toman una forma particular, son más bien neo-tayloristas (Cf. Campinos-Dubernet, 1984.a, 1984.b, 1984.c, 1985; Coriat, 1984; Panaia, 2004).

2.5. La exploración de la construcción: Macroeconomía, microeconomía y mesoeconomía

Un tipo de acercamiento analítico a la actividad de la construcción desde los tempranos años del siglo XX fue la de entender sus características que la diferenciaban de otras ramas económicas e, incluso de los otros componentes del sector secundario de la economía y simultáneamente la exploración de la organización más idónea para acometer esta actividad. Por ello, las dos aristas donde se centran estos esfuerzos son uno de carácter macroeconómico y otro en el ámbito de la microeconomía.

En el ámbito internacional ya en los años 30 del siglo XX se exploraba la dinámica macro-económica de la construcción, tratando de buscar caminos para minimizar las fluctuaciones estacionales de la industria de la construcción, como lo plantean dos textos de la *Revue Internationale du Travail*, en 1936 y en 1937 (citadas por Niklison, 1953).

El propio trabajo de Niklison (1953), Profesor de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral (Argentina), que anteriormente había escrito otro texto, *Elementos de teoría de precios aplicada a la construcción de edificios*, cuya fecha no hemos podido precisar, pero que puede fecharse en unos pocos años antes, indica que el centro de preocupación de los análisis de ese momento era cómo operar y organizar la actividad de la construcción,

aportando elementos tanto para la formación de ingenieros y arquitectos, como para los empresarios de la construcción y entender la significación macroeconómica de la actividad de la construcción.

Ciertos esfuerzos se orientaban más al ámbito microeconómico y de organización empresarial. Tal es el caso de un análisis de la organización de la producción de edificaciones en Europa, que sistematiza la forma como opera la industria de la construcción en nueve países europeos y hace recomendaciones para optimizar su desempeño (Cf. Sansom, 1960).

En el mismo caso ubicamos un estudio de Dunlop (1978) sobre sistemas de relaciones industriales, que tiene un capítulo dedicado a la construcción. La fecha de su edición original en inglés es 1958. Algunos parámetros de la actividad han cambiado, pero lo sorprendente es que en lo que se refiere a las características de ella y las formas de las relaciones laborales, un análisis tan lejano en el tiempo seguía siendo actual cuando se publicó en castellano veinte años después, y lo sigue siendo en sus parámetros fundamentales al menos en el mundo latinoamericano, pasadas cinco décadas.

Nos encontramos así con una primera vertiente analítica a dos niveles: uno macroeconómico, que trata de entender la significación de la actividad de la construcción en la economía, que se extiende hasta nuestros días. Es de importancia tanto en el ámbito internacional (Cf. ONUDI, 1969; Banco Mundial, 1985; OIT, 1991), como en diferentes estudios de países latinoamericanos en diferentes épocas (Cf., p.e. Lungo/Oporto, 1996; Connolly, 2007). En el caso venezolano hay una larga y continuada tradición de análisis macroeconómicos de la construcción, tanto de carácter estructural como coyuntural (Cf. Cilento, 1972.b, 1980, 1990; Cilento/Hernández, 1974; Valecillos, 1984; Baptista, 1985; Nicolescu, 1987, 1995, 1997, 1998; Palacios et. al, 1989). Ejemplos similares se pueden encontrar en otros países. Ello, además ha sido un componente tradicional y muy útil en investigaciones que abordan otras aristas.

La otra vertiente es la que se ocupa del nivel microeconómico, especialmente en su variante organizativa, que trata de entender la formas dominantes de la organización de la producción en la construcción en la escala

microeconómica, una de cuyas manifestaciones es la gran cantidad de textos y manuales sobre la gerencia de la construcción (Cf. Suárez, 1969; Volpe, 1972; Sánchez, 1973, Dressel, 1975, Botero, 2008) o aquellos que se pasean analíticamente por los diferentes determinantes clave de la actividad de la construcción desde una óptica microeconómica (Cf. Blachère, 1978).

Ambos tipos de análisis se han extendido en el tiempo y sobreviven a los debates que sobre la actividad de la construcción le sucedieron porque los asuntos de los que se ocupan siguen en primer plano: la significación macroeconómica de la construcción y sus peculiaridades, así como las formas particulares de organización de la producción de esta actividad bajo una óptica microeconómica.

Desde hace tiempo se ha puesto en evidencia la importancia y fecundidad de un enfoque a mitad de camino entre el enfoque macroeconómico y el microeconómico, que se ha dado en llamar el enfoque mesoeconómico, que se centra en el análisis de los sectores o ramas económicas. Este tipo de abordaje ha sido utilizado tanto en investigaciones que reivindican explícitamente este tipo de enfoque (Cf. Pirela et. al, 1996; Mercado/Testa, 2001; Mercado, 2004), algunas referidas a la construcción (Cf. Carassus, 2002), pero este enfoque también es el que adoptaron investigaciones que no reivindicaron esta conceptualización explícitamente, aunque abordaron sus análisis con ese punto de mira intermedio, tal es el caso de la investigación conocida como Proyecto INCOVEN llevada a cabo en la UCV (Cf. IDEC-SEU-IU, FAU-UCV, 1986.a, 1986.b, 1987, 1988, 1989).

2.6. Industrialización de la construcción e innovación

Las variadas corrientes que impulsaron la industrialización de la construcción en diferentes partes del mundo son probablemente el primer esfuerzo sistemático por pensar la dinámica del cambio técnico y la innovación en la construcción, más allá de las elaboraciones previas respecto a la racionalización del proceso de producción en el ámbito de la construcción. Aunque pueden encontrarse antecedentes a mediados de los años 50 y 60, cuando tomó mayor énfasis la reflexión sistemática sobre este asunto, no puede obviarse precedentes

que se presentaron en el terreno práctico que se hicieron evidentes mucho antes, como los cuarteles y hospitales de campaña europeos, reseñados en 1886 (Cf. Bender, 1976), que se construían a partir de componentes prefabricados de madera transportados y ensamblados en sitio (prefabricación abierta *avant la lettre*), aunque el método de producción fuera fundamentalmente artesanal o manufacturero. Ello pone en evidencia que la prefabricación no tiene porque estar necesariamente asociada a procesos industriales, como lo testimonia la fabricación de ladrillos y piezas de piedra desde tiempos antiguos, probablemente los primeros materiales prefabricados (Cf. Daumas, 1996; Bender, 1976), así como posteriormente en la producción de puentes (Cf. Steinman/Watson, 1979), y la prefabricación de casas de madera y la maquinaria de hacer clavos que fueron tan determinantes en la llamada “Conquista del Oeste” norteamericano, como ha señalado Alfredo Cilento en muchas ocasiones. Estos indicios de cambio técnico en la construcción se ubican en la tradición propiamente tecnológica, interesada en la solución de problemas, más que en la sistematización de los principios que los sustentan, lo que vendrá posteriormente.

Tras la Segunda Guerra Mundial, la post-guerra europea significó un esfuerzo ciclópeo de reconstrucción de un tejido urbano devastado por la confrontación bélica. Ello fue un acicate para intentar aplicar a la construcción los principios de la industrialización que se venían desarrollando en otros sectores económicos.

Esto produjo tanto planes como investigaciones para estimular la producción en masa de edificaciones y obras civiles. Tanto en la Europa capitalista como en la del socialismo de Europa del Este, en lugar destacado la URSS, se adelantaron acciones en este sentido, con resultados controvertidos (Cf. Bender, 1976; Blachère, 1977, 1978, Chemiller, 1980; Salas, 2000). Allí ya aparece una reflexión sistematizada, con apoyo de los avances científico-tecnológicos que la orientan, asociado a la evolución que se operó en el campo de las ingenierías, desde los que los analistas han llamado sus tres etapas (preingeniería, ingenierías científicas y las ciencias de la ingeniería) (Cf. Licha, 1984), que obviamente tuvo sus efectos también sobre la arquitectura y la actividad de la construcción.

Esta influencia llegó hasta nosotros en Latinoamérica, como lo testimonian los documentos que se produjeron para organismos internacionales, regionales y nacionales sobre estas tendencias y orientaciones (Cf. Cilento, 1975).

Produjo no sólo efectos intelectuales sino prácticos en el caso latinoamericano (el venezolano fue emblemático), hasta que se cerró el ciclo que ha solido acompañar a este tipo de proceso. Una capacidad del Estado de promover una demanda continua de producción de edificaciones (y de obras civiles) con métodos avanzados, que se desvanece cuando no puede sostenerse en el tiempo, aunque deja como resultado una capacidad de construcción superior a etapas previas, y donde las formas de producción dominantes cambian, pero donde la industrialización de la construcción puede tomar un camino diferente a la multiplicación de plantas de prefabricación que imperó en su etapa heroica, pero no cancela la industrialización, sólo que puede tomar otras formas más viables y sostenibles en el tiempo (Cf. Salas, 2000).

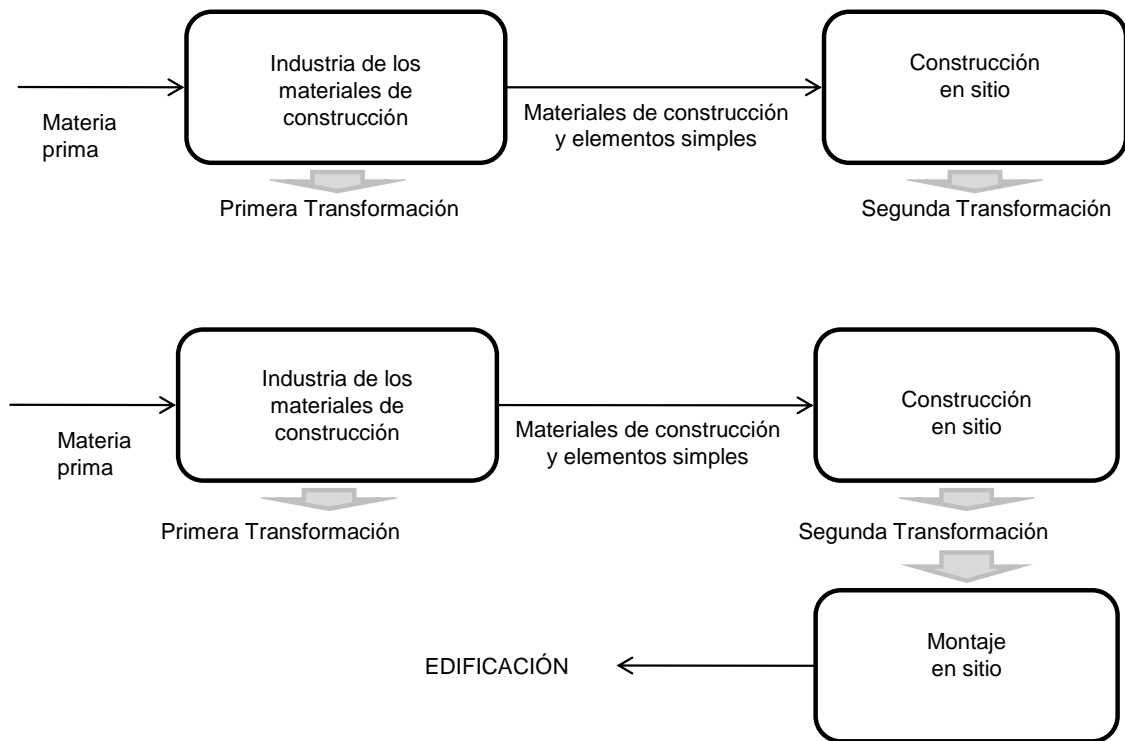
Las formas de construcción identificadas entonces no han variado sustancialmente. *Sistemas tradicionales*, que comprende dos etapas de transformación: producción de materiales de construcción y la construcción en sitio de la obra. *Prefabricación*, con tres fases de transformación: industria de producción de materiales de construcción, industria de producción de componentes prefabricados, ensamblaje en sitio de componentes prefabricados. *Procesos mixtos*, que hacen uso simultáneo de las dos modalidades anteriores (de dos y tres transformaciones) (Cf. Cilento, 1975). [Cf. Gráficos N° 1 y 2]

Como se señaló desde esos años, con mucha frecuencia se confundió prefabricación con industrialización, a pesar que la primera es sólo un medio técnico entre varios para la industrialización, que en lo fundamental supone la producción en serie, un mercado continuo que la demande, y donde caben diferentes medios: métodos tradicionales evolucionados (materiales tradicionales perfeccionados y métodos tradicionales mejorados); construcciones y elementos prefabricados; prefabricación parcial; prefabricación total (ligera y pesada). De igual manera debe contemplar tres posibles enfoques (no excluyentes sino complementarios): uso de componentes prefabricados, mecanización de la

construcción en sitio y racionalización de operaciones de construcción (Cf. Cilento, 1967.b, 1972; Cilento/Hernández, 1973).

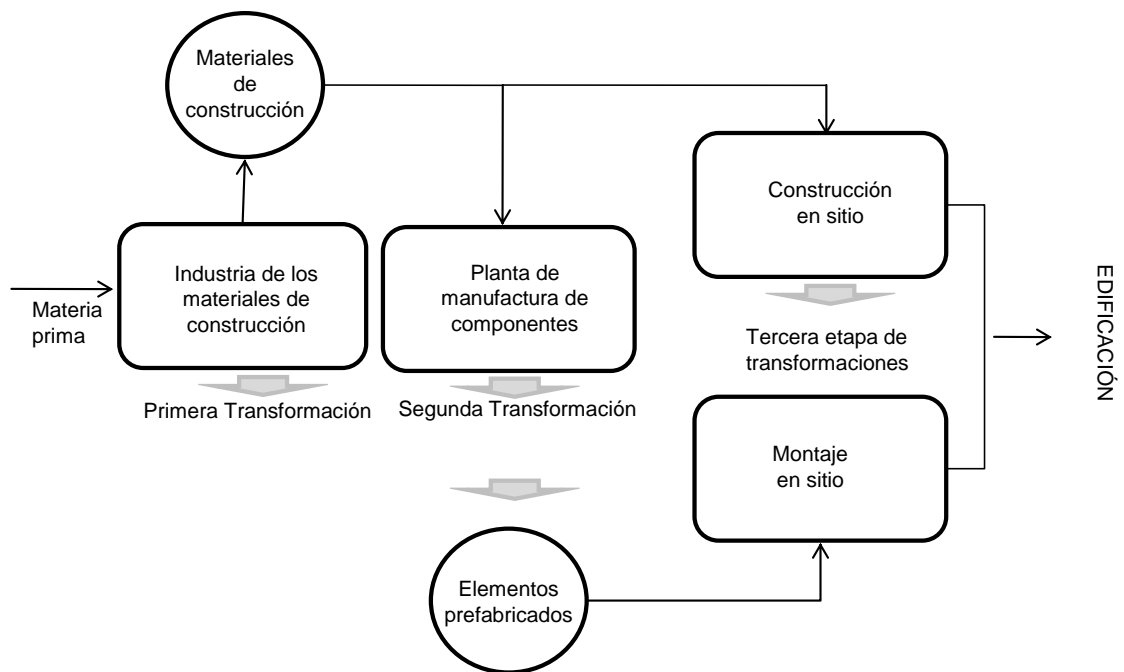
Gráfico N° 1 CONSTRUCCION

PROCESO TRADICIONAL O DE DOS TRANSFORMACIONES



Fuente: Cilento, 1975

Gráfico N° 2
CONSTRUCCION
PROCESO DE TIPO MIXTO



Fuente: Cilento, 1975

Muchos de los intentos de industrialización de la construcción tenían como meta alcanzar en esta rama lo que se había concretado en otras ramas de la producción. El modelo de transformación era el que se había operado en la industria automotriz, Ford como emblema, que dio como origen a la denominación de fordismo, como posteriormente con las innovaciones japonesas al toyotismo, sin percatarse o haciendo caso omiso de las diferentes formas que toma el paso intermedio entre la artesanía y la industria maquinizada: la división del trabajo

manufacturera, cuyas dos modalidades manufactura orgánica y heterogénea, como tendremos ocasión de analizar, presentan diferentes trayectorias hacia la industrialización. Es lo que se ilustra con el cambio de enfoque de Le Corbusier cuando pensaba que las casas podían ser producidas en un taller como máquinas-herramientas como Ford ensambla en la cinta transportadora las piezas de los automóviles, hasta que entiende que la industrialización de la vivienda no debe buscar la repetición de un tipo de edificación, sino hacia la tipificación de los elementos constitutivos de la misma (Cf. citado por Chemiller, 1980).

Las diferentes maneras de entender la industrialización de la construcción marcarán formas de abordar los retos constructivos. El análisis de los caminos que toma la transformación de la división del trabajo en la rama conduce a estos enfoques que tratan de dilucidar cómo se adquiere una forma de operación capitalista, sin por ello dejar de convivir con otras configuraciones.

En muchos países de América Latina la idea de la industrialización de la construcción tuvo desarrollos importantes, sólo que en algunos casos se ignoró dos aspectos importantes. El proceso de tránsito hacia una construcción más industrializada (no necesariamente plenamente industrializada, según el modelo de la industria automotriz), que es lo que critican algunos (Segre, 2005) a ciertas visiones que fueron emblemáticas de una suerte de voluntarismo que asimilaba la transformación industrial de la construcción a la operada en otros sectores económicos (Cf. Bode, 1972), sin ignorar ni menospreciar que aportaron una visión nueva de la actividad de la construcción al mirar la rama en conjunto con sus sectores conexos y sus relaciones intersectoriales.

2.7. Tratando de entender la construcción: atrasada o diferente

Desde la vertiente del pensamiento marxista o neo-marxista surgió una nueva óptica de investigación que tuvo como foco de análisis la producción del espacio. El pionero de estos análisis fue sin duda Henri Lefebvre (1969, 1970, 1971, 1974, 1976).

De allí devino una corriente, que aunque crítica de muchas de las posturas de Lefebvre, le dieron continuidad a una forma de abordar los problemas de la

producción de espacio construido. Sus autores emblemáticos de la «sociología urbana marxista francesa» fueron entre otros, Castells (1971; 1991 [originalmente publicado en 1974]), Ascher (1975), Topalov (1974, 1975, 1979), Alquier (1974.a, 1974.b), Lipietz (1974), Lojkine (1974, 1981), Preteceille (1976). Era parte de un intento de comprensión de los fenómenos constructivos desde una perspectiva marxista, que también tuvo contribuciones importantes de investigadores italianos (Indovina (Ed.), 1977; Folin, 1976), al igual que en el mundo anglosajón (Cf. Harvey, 1997; Gottdiener, 1993) El que tuvo más difusión e influencia en América Latina fue sin duda Castells, aunque otros de estos autores también dejaron su impronta en las investigaciones en nuestros países.

Los énfasis de cada uno de estos autores no fueron homogéneos, ya que el mayor acento fue puesto en la ciudad como espacio de consumo colectivo y de reproducción de la fuerza de trabajo, principalmente en los trabajos de Castells, mientras que otros, como Préteceille, Lojkine y Topalov, insisten en la dimensión productiva y en la exploración sobre la forma capitalista de producción del medio ambiente construido.

Algunas de estas investigaciones tratan de indagar la forma que toma la actividad de la construcción, mostrando los obstáculos o la lentitud con la cual se hacen presentes las transformaciones de la división del trabajo, desde aquellos que siguen viendo a la construcción como formas de producción arcaica o artesanal (Ascher, Lipietz), hasta los que logran identificar los caminos que toma la división de trabajo de tipo manufacturero, en su modalidad de manufactura heterogénea (Préteceille) y las formas complejas que toma el ciclo del capital que conjuga estas modalidades con un juego de roles diferenciados y complementarios entre el capital promocional y las empresas constructoras (Topalov). Algo que ya habían planteado los estudiosos de la industrialización de la construcción (Cf. Chemillier, 1980), aunque la profundización en el entramado de las relaciones entre promotores y constructores, es el avance que aportan Topalov, Préteceille y otros autores de esta corriente.

De igual manera, y contemporáneamente, un asunto que concita mucho interés es el de la renta del suelo urbano, tratando de ofrecer, también desde un

perspectiva marxista y neo-marxista, en contraste con las propuestas de interpretación de la sociología urbana funcionalista y el análisis económico convencional (neoclásico), una explicación del rol que juega la renta del suelo urbana en la configuración del espacio urbano y los mecanismos socio-económicos que están asociados a ella. Los textos de Lojkine y Alquier fueron pioneros en esta exploración (Cf. Lojkine et al., 1974, publicados originalmente en 1970), y constituyendo una línea de reflexión que se extendió en el tiempo (Cf. Topalov, 1984; Schteingart (Comp.), 1992), y que tuvo desarrollos importantes posteriormente.

Se puso en evidencia que este asunto debía ser analizado como parte del conjunto de los procesos que implicaba la urbanización capitalista (Cf. Lojkine, 1974, 1981; Topalov, 1979). En efecto, la renta del suelo urbano no puede entenderse sino articulada con la producción del espacio urbano.

En América Latina (Venezuela incluida) este enfoque del asunto de la tierra y el desarrollo urbano también despertó interés. Diferentes investigadores se interesaron sobre el asunto, pasando por diferentes acercamientos (Cf. Hardoy et. al., 1968; Lander, 1975; Lander et.al., 1978; Urdaneta, 1978; Lovera, 1978), hasta la reflexión netamente teórica (Rey et. al, 1980; Lungo, 1987; Villanueva, 1984, Palacios, 1984, Clichevsky, 1989), o su punto intermedio, de combinación de la indagación teórica con estudios en el terreno (Cf. Nicolescu, 1980; Carrión et. al, 1979; Schteingart, 1982). Desde nuestra evaluación, la sistematización más acabada de la teoría de la renta del suelo urbano se la debemos a Samuel Jaramillo (1994, 2009), que pone énfasis no sólo en la relación primaria entre ella y la industria de la construcción, sino en las articulaciones secundarias con otras actividades urbanas.

Este intento de comprensión de la industria de la construcción y sus sectores conexos, años después (en la década de los ochenta) se volcó hacia dos rutas y un terreno común: la orientada a la mejor manera de operar la actividad de la construcción, y aquella que puso en tela de juicio el patrón de desarrollo que estaba implícito en ese modelo de actividad de la construcción, y una arena común, que para unos y otros que ponía la innovación de la construcción (en ese

momento la prefabricación y la racionalización) como elementos claves del futuro de la construcción.

De esta corriente son herederas las investigaciones que con enfoques diversos trata de entender la actividad de la construcción, desde aquéllos que siguen aferrados a que lo que la caracteriza es una división del trabajo predominantemente arcaica o artesanal, hasta aquellos que la entienden como una rama donde predomina una organización del trabajo manufacturera en su modalidad de manufactura heterogénea, mostrando que entre el estadio artesanal y la producción típicamente industrial, la construcción toma la fisonomía del estadio intermedio y persiste en él por razones que tendremos ocasión de detallar en otras secciones de este texto.

2.8. Innovación en la construcción

Hay una prolífica indagación que puso en el centro del debate la importancia de la innovación tecnológica (el cambio técnico) en el crecimiento económico, que había sido dejada por el análisis económico convencional como un elemento residual hasta que los resultados de las investigaciones de Abramovitz y Solow publicadas en 1956 y 1957, respectivamente, pusieron en entredicho la interpretación dominante sobre el asunto, inaugurando una nueva óptica para interpretar los factores clave del crecimiento y la competitividad (Cf. Rosemberg (Comp.), 1979). Algo que los análisis pioneros de Marx (1977) en el siglo XIX y Schumpeter (1957, 1971) a inicios y mediados del siglo XX habían destacado, pero que habían caído en el olvido hasta que fueron rescatados y reinterpretados por nuevas corrientes.

Estos análisis han puesto en evidencia las carencias de la interpretación del funcionamiento de la economía que ha aportado la corriente neoclásica, potente para análisis estáticos (Cf. Elster, 2006), pero que ha mostrado “su incapacidad para dar cuenta de los cambios constantes que se producen en una sociedad y en su economía, en tanto sistema complejo, particularmente en lo relativo a la consideración de la tecnología” (Pirela, 1996: 12).

Si estuviéramos escribiendo unos años atrás, nos veríamos obligados a reconstruir esta polémica. Hoy en día está bien establecido y su genealogía está

suficientemente documentada (Cf. Freeman, 1973; Rosenberg, 1995; Rosenberg (Comp.),1971; Vence, 1995; Elster, 2006). Entre los analistas latinoamericanos destacan algunos trabajos (Cf. García Larralde, 1989; Viana (Coord.), 1994; Viana/Cevilla, 1998; Pirela, 1996, 2003; Rivera, 2005; Valenti et.al. (Coord.), 2008), que muestran las principales aristas de este asunto. Así como el señalamiento que hace Pirela (2003) sobre la convergencia entre los análisis de índole académico (Rosenberg, 1995; Freeman 1973, 1993, Lundvall, 1999, Nielsen/Lundvall, 2007, entre otros) con los del mundo del análisis empresarial (Drucker, 1986; Porter, 1991) (Cf. Pirela, 2003).

De los análisis se desprenden ciertas evidencias que se han convertido en moneda corriente:

La innovación tecnológica es un componente fundamental para explicar el crecimiento económico y no una variable residual.

Ha quedado atrás la conceptualización de la innovación que se basa en compartimientos-estancos: ciencia básica, ciencia aplicada y desarrollo experimental siendo renovada por una visión sistémica.

Hay diferentes tipos de trayectoria tecnológica según el tipo las ramas económicas, siguiendo el estudio pionero de Pavit (1984), que diferenció entre empresas dominadas por los proveedores; empresas dominadas por la ciencia; empresas con altas economías de escala y empresas de proveedores tradicionales. Esta diferenciación es clave para entender las diferentes maneras de manifestarse el cambio técnico en las diferentes ramas y cadenas productivas, algo que es fundamental a la hora de analizar la actividad de la construcción.

Hasta ahora hemos hablado de innovación tecnológica y cambio técnico, en adelante enfatizaremos el concepto de *cambio socio-técnico*, en el entendido que no puede entenderse ningún cambio técnico o tecnológico sino como una construcción social, asunto que aunque había sido señalado por otros enfoques del análisis la sociología de la ciencia y la tecnología. Su énfasis como concepto central se lo debemos a la corriente constructivista (Cf. Domènech/Tirado (Comp.), 1998), que ha puesto en evidencia esta arista, así como a la necesidad de subrayar que todo cambio tecnológico no es sólo físico sino social, y muchas de

las innovaciones están asociadas a la reingeniería organizacional, una de las cuales es la gerencia (Cf. Drucker, 1986), que aunque atraviesa todos los sectores económicos, tiene influencia central en ciertas ramas, entre ellas la de la construcción.

2.9. La exploración de la innovación en la construcción

Como ya hemos señalado, el centro del análisis de la innovación se ha centrado en aquellos sectores más dinámicos en la actividad económica, donde se operan las llamadas «revoluciones tecnológicas» y la emergencia de nuevos «paradigmas tecnoeconómicos» (Cf. Pérez, 2004), referidos fundamentalmente a las llamadas innovaciones mayores o radicales, siguiendo la tradición shumpeteriana y neo-shumpeteriana, en particular la que se deriva de la corriente evolucionista o institucional del desarrollo tecnológico (Cf. Bruun/Hukkinen, 2008). Otros enfoques, como el constructivista (Cf. Thomas, Buch (coord.), 2008), también se centran en los grandes eventos del cambio socio-técnico en sectores emblemáticos o motores de la economía, sobre todo aquellos «intensivos en conocimiento» (el sector industrial) o donde hay efectos considerables de la sociedad del conocimiento sobre la producción (agricultura y agroindustria) y/o donde las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) ejercen un impacto particular, como el sector servicios. Otros sectores donde estas transformaciones socio-tecnológicas son menos evidentes o toman otras formas menos conspicuas no han recibido la misma atención de investigaciones y análisis. Tal es el caso de la actividad de la construcción, aunque no han estado ausentes, sobre todo en el período en el cual se apostó a la industrialización de la construcción.

Un elemento que gravitó (y en parte sigue gravitando) para que la indagación de la innovación no entrara con más fuerza en la consideración de la construcción es la concepción dominante que entiende la actividad de la construcción como un sector que no entra en la lógica de la producción industrial y que nunca estuvo dentro de los parámetros del esquema fordista, que se hizo dominante en las ramas más dinámicas de la producción capitalista, tanto en los países centrales como en los periféricos del circuito económico internacional. No obstante, muchas veces se imaginó que tomaría la misma trayectoria que habían

tomado otras mercancías de la producción artesanal a la manufacturera y de allí a la producción industrial maquinizada, desconociendo los diferentes caminos que toma la manufactura, a partir de sus dos modalidades: orgánica y heterogénea en su tránsito hacia la forma industrial y sus desarrollos posteriores automatizados.

Hubo un período donde el interés sobre la innovación en la construcción fue destacado, cuando por la necesidad de la reconstrucción europea de post-guerra y los esfuerzos de la URSS (transmitido después a su área de influencia) tomó un impulso particular. Fue la etapa de la llamada «prefabricación cerrada», producir las edificaciones como un producto terminado, simulando la producción industrial de otras mercancías. Tuvo logros, pero pronto mostró sus limitaciones porque en el fondo no se entendía que el símil de producir edificaciones (una manufactura heterogénea) y automóviles (una producción industrial) era falaz. La comprensión de la diferente naturaleza de ambos tipos de producción le abrió el camino a la «prefabricación abierta», no una fábrica de edificaciones y de otras construcciones, sino una línea de producción donde diferentes componentes se ensamblan para dar lugar a una obra. La óptica había cambiado, aprendiendo de éxitos y errores (Cf. Salas, 2000). Esta segunda orientación fue la que llegó más a los países de la periferia latinoamericana, en aquellos casos donde las condiciones económicas e institucionales lo hacían posible.

Después de esa etapa donde se fantaseó que la rama de la construcción tomara el camino de otros sectores de la producción que pasaban de la división del trabajo manufacturera a la producción industrial, nos encontramos con que ello no sucedió, ni en los países centrales y mucho menos en la periferia capitalista, tampoco en los intentos de las economías de Europa del Este, donde se ensayó un modelo de estatización de la industria de la construcción. Siguió siendo en unas y otras ubicaciones una rama donde persistieron los rasgos manufactureros, aunque con las peculiaridades de la modalidad que Marx destacó de la manufactura heterogénea, y como él señaló, su camino hacia la industria maquinizada tomaba unos caminos particulares.

Si uno le sigue la trayectoria a los análisis sobre la actividad de la construcción podrá notar que se pasa de visiones de una rama que se concibe

como detenida en el tiempo, anclada en el pasado artesanal, con obstáculos insalvables para pasar al estadio industrial, hasta aquellas que apuestan a que tome el camino de otras ramas económicas.

Más tarde, a la luz de la revitalización de los estudios sobre innovación, y después que los sectores más dinámicos han sido indagados, tras una suerte de eclipse sobre la consideración de la innovación en la construcción, reaparece su interés, bajo diferentes ópticas. Es la consideración de la construcción como un objeto de análisis de la innovación, donde las revoluciones tecnológicas y nuevos paradigmas tecnoeconómicos llegan con retraso o tamizados por ese nuevo enfoque.

Como un indicador de este renovado interés por la innovación en la construcción puede servirnos el seguimiento realizado a las publicaciones sobre el particular, fundamentalmente en una muestra de revistas de países desarrollados realizado por Abbott (2008). Según su cálculo, entre 1995 y 2004 se ubicaron en las revistas escogidas 52 artículos sobre innovación en la construcción, un número modesto para lo que se publica a nivel mundial, pero más allá de su representatividad, lo más interesante es la intensificación del interés sobre este tópico en los últimos años, de ese total 23 artículos (el 44%) se publicó entre 2003 y 2004 (Cf. Abbott, 2008: 7). Probablemente esta muestra se queda corta en cuanto al número de artículos producidos, pero la tendencia a la intensificación del interés sobre este asunto parece mantenerse o incrementarse, por lo que puede observarse en una búsqueda en Internet de artículos y documentos académicos sobre el particular. De hecho, no sólo aparecen más artículos y con más frecuencia en las revistas de ciencias económicas y sociales, de ingeniería y de arquitectura que tienen como tema preferente la construcción, sino que han aparecido revistas donde se convoca a concentrarse en ese tema, como la revista *Construction Innovation*. Igualmente, en otras revistas internacionales que aunque se ocupan de fundamentalmente de los aspectos más técnicos de la ingeniería, como la *Revista de Ingeniería* (Chile) o las de larga tradición *Ingeniería* (UNAM, México) o la centenaria *Revista de Obras Publicas* (España) o revistas que tienen una marcada influencia sobre los países latinoamericanos, en lugar

destacado la española *Informes de la Construcción*, donde tienden a aparecer análisis centrados en la innovación de la construcción. Hasta donde sabemos, en las revistas científico-tecnológicas de los países periféricos no se ha presentado tanta intensidad en el interés por este tópico, pero tiende a aparecer con una mayor frecuencia que antes en las revistas que son registradas en los índices de revistas arbitradas (Latindex, Clase, Scielo, etc.), especialmente en las pocas en las que ese es su centro de interés como la brasileña, *Ambiente Construido*, la venezolana *Tecnología y Construcción* u otras. Este tipo de abordaje es escaso, y en la mayoría de los casos de poca visibilidad, lo que puede constatarse cuando se revisan los textos publicados sobre construcción e innovación a partir de las experiencias de los países desarrollados, donde coinciden con planteamientos y enfoques que en los mismos años habían sido desarrollados por investigadores latinoamericanos, pero no aparecen referencias a ellos (Cf., p.e., Carassus, 1987). Y ello es debido a la poca visibilidad internacional de análisis coincidentes, pero que no han encontrado la manera de hacerse conocer en el escenario académico internacional. Es lo que han analizado Vessuri (1987) y Martín et. al. (2005) a partir de un caso emblemático de la una revista científica venezolana, que ilustra bien los retos y obstáculos de las publicaciones científico-tecnológicas del mundo periférico. En el caso de la revistas directamente asociadas a la construcción hemos descrito sus problemas y realizaciones para el caso de la revista *Tecnología y Construcción* (Cf. Lovera, 2008).

Todo el recorrido anteriormente presentado nos indica que bajo diferentes ópticas y modalidades, la innovación en la construcción ha estado presente desde décadas atrás. A veces, porque al analizar el desempeño de la actividad de la construcción se presentaba como un subproducto del análisis, en otras ocasiones explícitamente en la fase donde prefabricación, racionalización e industrialización de la construcción aparecieron en la agenda internacional y latinoamericana. Las ópticas fueron variadas, pero con menor o mayor intensidad estaba en consideración.

Un nuevo ciclo de análisis se inaugura con la consideración de la actividad de la construcción bajo el cristal de la emergencia de las diferentes corrientes de

la economía y sociología de la innovación desde los años 80 (Cf. Brunn/Hunkkinen, 2008). Es muy significativo que uno de los textos emblemáticos de los modelos de innovación de la construcción (Slaughter, 1998), adopte la definición de la innovación la planteada por uno de los autores de la corriente del análisis de ella bajo la óptica evolucionista o neo-schumpeteriana (Freeman, 1971, publicado originalmente en inglés en 1989), lo que encontraremos recurrentemente en textos de otros autores en diferentes fechas (Cf., p.e. Koskela/Vrijhoef, 2000; Blayse/Manley, 2004, entre muchos otros). Lo que indica ésto es que la actividad de la construcción que había estado explícitamente ausente de los análisis de los grandes debates sobre innovación, empieza crecientemente a ser centro de interés de la “corriente principal” que se ocupa de estos asuntos. Ello independientemente que, como mostramos anteriormente, la innovación y el cambio técnico en la construcción habían estado presentes implícitamente en debates anteriores, pero bajo el paraguas del análisis sectorial y no como ahora como un caso de interés para la teoría general de la innovación.

2.10. Los temas clave del debate

El debate fundamental es si en la construcción se operan los procesos de innovación que se hacen presentes en otros sectores económicos y sus modalidades. Durante mucho tiempo ha prevalecido una visión de la construcción como un sector no innovador. Abbott (2008) nos reseña las apreciaciones de varios analistas que sostienen este punto de vista, algo similar podemos encontrar en muchas exploraciones sobre la innovación de la construcción. Sin embargo, como este autor señala, hay una incompreensión de las modalidades que toma la innovación en la construcción que algunos han caracterizado como “innovación oculta” (Cf. Barrett et. al, citado por Abbott, 2008), que en realidad no es tan escondida, sino que se debe a las formas dominantes de medir y entender la innovación, bajo el modelo que opera en la industria maquinizada o la manufactura de producción masiva.

Una mirada analítica de la actividad de la construcción pone de manifiesto sus diferencias con las modalidades de división del trabajo de la manufactura

orgánica y de la industria maquinizada. No entraremos en su descripción en este momento, dado que el capítulo siguiente está dedicado a mostrar en detalle estas características que diferencian a la construcción de otras actividades manufactureras o industriales.

A partir de estas características de la construcción se pone de manifiesto la importancia de captar los diferentes niveles y modalidades de la innovación en la construcción, desde un enfoque que diferencia los diversos grados de visibilidad u opacidad de sus innovaciones, en el sector, en la producción y en el proyecto (Cf. Abbott, 2008), hasta las distintas modalidades de la innovación, desde las incrementales a las radicales y sus puntos intermedios, como las que propone Slaughter (1998), y la secuencia por la que pasa la innovación en la construcción, y los diferentes cursos de acción (más o menos innovadores) que toman los actores involucrados (Cf. Blayse/Manley, 2004; Abbott, 2008; Slaughter, 1998, 2000).

Otro aspecto importante, es que en el caso de la construcción el papel de los usuarios en la innovación es crucial. Se trata de lo que ha sido llamado “innovaciones por el uso”, “innovaciones ascendentes” o “innovaciones horizontales” (Cf. Von Hippel, 1998, 2005; Edgerton, 2004, 2006), algo que han destacado varios analistas (Cf. Slaughter, 1993; Cilento, 1998).

Diferentes enfoques se han planteado para analizar la innovación en la construcción. En la mayoría de los casos, se enfatiza las particularidades de esta rama, algunos tratando de entender lo que dichas particularidades suponen para entender las modalidades de la innovación en la rama (Cf. Slaughter, 1993, 1998, 2000; Blayse/Manley, 2004; Abbott, 2009; Lovera, 1985, 2004; IDEC-SEU-IU, FAU, UCV. Equipo INCOVEN, 1987, 1988; Cilento, 1998), otros buscando los caminos para que la construcción pueda tomar la ruta de la industrialización bajo los nuevos modelos productivos y gerenciales (Cf. Koskela/Vrijhoef, 2000).

Desde nuestra óptica, son los primeros enfoques los que pueden apuntar a iluminar mejor los caminos de la innovación en la construcción, al entender que la forma de operación de la rama y su relación con el resto del Sistema Sectorial de la Construcción no puede ser asimilado a la evolución típica de el tránsito de una

manufactura orgánica a la industria maquinizada, sino a la de una manufactura predominantemente heterogénea hacia una variedad de formas de producción donde conviven la manufactura heterogénea, algunas formas de manufactura orgánica e, incluso formas industriales y hasta automatizadas. Muchos de estos analistas no utilizan estas categorías, pero en el fondo entienden que las rutas de transformación socio-técnica de la construcción toman caminos diversos, pero que difícilmente recorrerán las rutas de otras ramas, más proclives a una industrialización plena y donde ciertas características de la rama, como veremos en el capítulo siguiente, condicionan las modalidades de la innovación en la construcción.

De otra parte, otros enfoques, particularmente los que hoy se conocen como de *Lean Construction*, esperan un futuro de la construcción bajo la imagen de lo que ha sucedido en buena parte de la industria manufacturera, como caso emblemático la industria automotriz, de producción en masa y estandarizada, a lo cual agregan los enfoques de la revolución gerencial originalmente japonesa (el toyotismo, el justo a tiempo, etc.), éstas últimas corrientes están bien ilustradas en los textos de Coriat (2001.b, 1992).

Aunque esta manera de analizar la actividad de la construcción han aportado una serie de elementos que ayudan a mejorar las operaciones de construcción, y han mostrado métodos para mejorar su desempeño, sobre todo en construcciones de obras civiles, fallan en que suponen que la construcción puede asimilarse a procesos productivos continuos y masivos, que están lejos de las características de la operación de la rama de la construcción, que supondrían la estandarización de los procesos de trabajo y de las obras. “Estas características están ausentes de la industria de la construcción” (Shields/West, 2000).

Al analizar estas diferentes ópticas, se pone de manifiesto que el análisis de la rama de la construcción y sus vínculos intersectoriales ha pasado por una variedad de puntos de mira, desde aquellos que la concibieron como un sector arcaico, resistente al cambio, hasta los que soñaron con producir edificaciones como automóviles, ni unos ni otros lograron vislumbrar que el carácter de la división del trabajo en la construcción permitía una configuración de la

organización de la producción que hacía posible que la innovación tomara un sendero distinto al de otras ramas. Y esto ha sido lo que se ha operado, como discutiremos en los capítulos siguientes.

Presentadas e identificadas las grandes huellas que ha dejado el debate sobre la construcción, el siguiente paso del análisis es detenernos en las características de esta rama y del sistema que la contiene.

El Sistema Sectorial de la Construcción

3.1. El Medio Ambiente Construido

Cuando observamos la silueta del territorio, aparte de las formas disímiles y variadas del medio ambiente natural, nos topamos -particularmente en las áreas más densamente pobladas-, con una gran variedad de edificaciones, residenciales y no residenciales, asiento de un sinfín de actividades, plantas industriales, puertos, aeropuertos y plazas; pero hay más que siluetas, sólo por sus desperfectos o cuando son reparados, nos acordamos de lo que está sembrado en el subsuelo: tuberías de aguas blancas, cloacas, gasoductos, redes de diferentes servicios, que imponen su presencia cuando no funcionan o cuando estallan por mal mantenimiento; al igual que tomamos consciencia de la existencia de las vías cuando sentimos los efectos de sus roturas y desniveles.

He allí el **medio ambiente construido** (equivalentes a “*cadre bâti*”, “*built environment*”, expresiones utilizadas en francés y en inglés con bastante frecuencia, algunos lo llaman *ambiente construido* a secas), ese conjunto de objetos que sirven de soporte físico al proceso de producción y reproducción de una formación económico-social (Cf. IDEC-SEU-IU, FAU, UCV, 1986, 1987; Lovera, 1990, 2004). Otros analistas llaman a esto mismo “sistema de soportes materiales de la formación social” (Cf. Pradilla, 1984), pero optamos por la primera denominación porque reúne simplicidad y claridad. El concepto de medio ambiente construido muestra a su vez su contraste con el *medio ambiente natural* (la naturaleza), soporte general de la vida humana, y con el *medio ambiente modificado*, acción humana de transformación del medio físico, pero sin erigir objetos materiales distintos a la naturaleza misma (Cf. Baldó/Martín, 1980; Pradilla, 1984).

No siempre nos percatamos que estos objetos que constituyen el medio ambiente construido son **productos**, vale decir, resultado de procesos de producción (actuales y pasados). Y en nuestros días, en su mayoría, son el

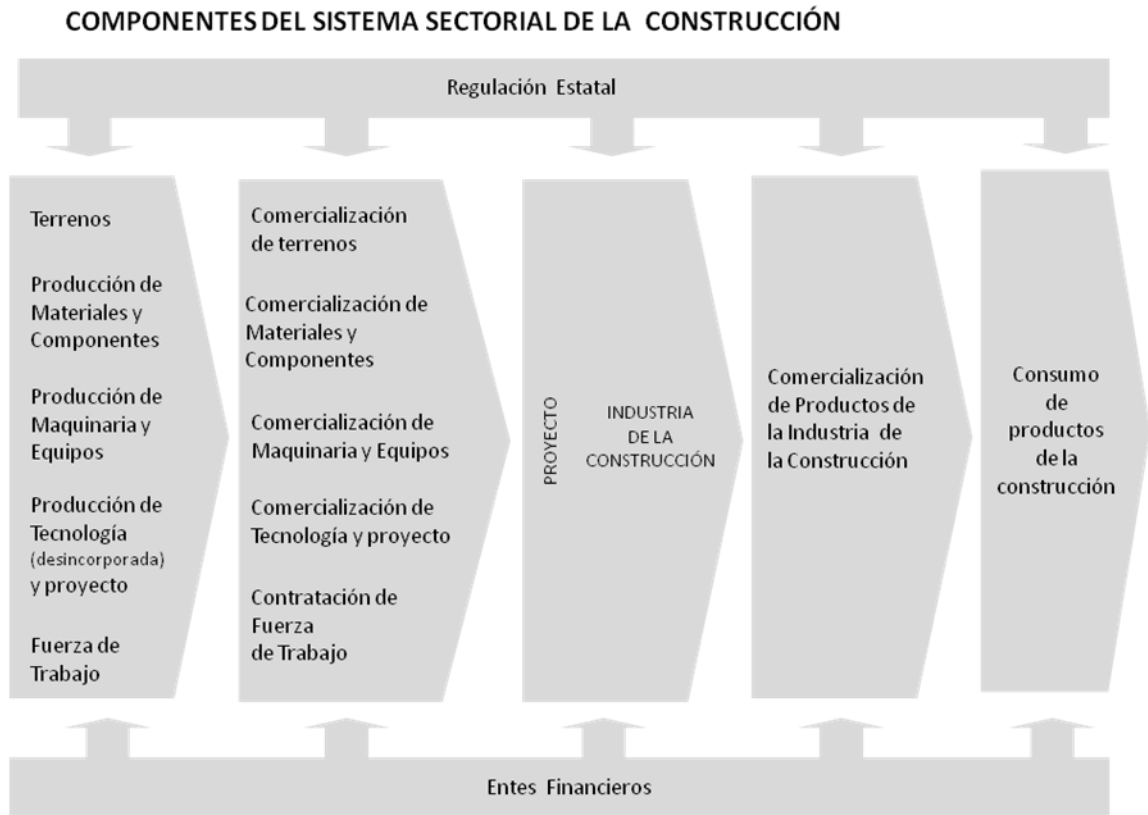
resultado de la producción de una rama particular de la economía: la **rama de la construcción**, aún sin desconocer el hecho que algunos de sus productos, en particular la vivienda de los sectores de bajos ingresos, es producida en una proporción sustancial bajo formas de producción no dominadas totalmente por la lógica de producción capitalista, particularmente en los países de la periferia.

3.2. Sistema sectorial de la construcción y rama de la construcción

A los fines del análisis, es necesario establecer una distinción entre **Sistema Sectorial de la Construcción y Rama de la Construcción**.

El Sistema Sectorial de la Construcción comprende todas las actividades económicas dedicadas a la producción, circulación y consumo del medio ambiente construido. El incluye una variedad de ramas de diferente tipo: las de producción de insumos, materiales y componentes; las de producción de maquinaria y equipo para la construcción; así como las actividades comerciales y financieras vinculadas a sus productos; además, por supuesto, de la rama de la construcción propiamente dicha. Dentro de él hay que considerar también la regulación del Estado y el rol que juega el sistema financiero en sus actividades (Cf. Gráfico, N°3).

Grafico N°3



Fuente: Lovera, 1989

Este concepto de **Sistema Sectorial de la Construcción** y otras denominaciones equivalentes (macro-sector de la construcción, cadena productiva de la construcción, circuito de la construcción, sector construcción, etc.), es un recurso metodológico que permite analizar una serie de actividades que convergen en la construcción, como si se utilizara una tabla de insumo-producto, aún cuando todas ellas no lo hagan exclusivamente con dicha rama. Es una manera de estudiar cómo se concretan las relaciones inter-sectoriales de la construcción con otras ramas y, la influencia de éstas sobre ella, y que se ha hecho común en ciertas elaboraciones teórico-metodológicas (Cf. Ramos et. al., Fundação Getúlio Vargas/CBIC; Carassus, 1987, 2002, 2004). La expresión que

adoptamos es la propuesta por Carassus en sus trabajos más recientes (2002, 2004).

La rama de la construcción o industria de la construcción comprende las actividades económicas referidas a la producción localizada de los productos que constituyen el medio ambiente construido. Esta rama puede dividirse a su vez en sub-ramas, correspondientes a los tipos de productos de la industria de la construcción, particularmente a sus dos segmentos más importantes: el dedicado a las **edificaciones** (residenciales o no), y aquel que produce **obras civiles** o de **infraestructura**, aún cuando hay muchos vasos comunicantes entre ambos segmentos, dadas las características de la rama de la construcción.

Es a la rama de la construcción que se refieren los datos macroeconómicos que encontramos en las Cuentas Nacionales (que es llamada sector construcción en las mismas); los del conjunto del **Sistema Sectorial de la Construcción** deben extraerse de las estadísticas de cada una de las actividades que confluyen en la actividad de la construcción.

En elaboraciones anteriores habíamos adoptado las denominaciones que le habíamos dado a esta taxonomía en una investigación colectiva, que diferenciaba entre Sector Construcción, equivalente a lo que aquí llamamos circuito, macrosector de la construcción o sistema sectorial de la construcción, y rama de la construcción o industria de la construcción, que asumimos como equivalentes, dada su generalización en el lenguaje tanto académico, empresarial y político-institucional (Cf. IDEC-SEU-IU, 1986, 1987, 1988), como en trabajos posteriores en los cuales manteníamos esos apelativos (Cf. Lovera, 1990, 2004; Lovera (Coord.), 2005). Esta misma diferenciación entre Sector e industria de la construcción ha sido utilizada por otros analistas con el mismo sentido que nosotros le veníamos dando (Cf. Ureta, 1996, citado por De Solminihac/Thenoux, 2002). Otros han preferido definir ese ámbito como *Filière* (tejido, trama, cadena productiva) de la construcción o Sistema del Sector Construcción (Cf. Carassus, 1987, 2004), para señalar que la rama de la construcción está articulada a un red mayor con la que tiene importantes vasos comunicantes. La expresión Sector Construcción para referirse al ámbito mayor induce a confusiones dado que ha

sido sinónimo de rama de la construcción (o industria de la construcción), tanto para la presentación de las Cuentas Nacionales, como para muchos analistas de la actividad de la construcción. Una denominación diferente y que evite interpretaciones erróneas nos parece preferible, por eso adoptamos en el presente texto la diferenciación entre **Sistema Sectorial de la Construcción** (que insistimos es sinónimo de lo que otros han llamado Macro-Sector de la Construcción, Sistema del Sector Construcción, Cadena Productiva de la Construcción, Circuito de la Construcción o Hipersector de la Construcción) como el ámbito mayor que reúne a todas las actividades que confluyen en la producción del medio ambiente construido (Cf. COTEC, 2000; Pereira et. al., 2008), y dentro de él ubicamos a la rama o industria de la construcción, como el ámbito de la producción localizada del medio ambiente construido.

Por su parte, mantenemos como sinónimos las expresiones de rama de construcción e industria de la construcción, esta última expresión, como hemos señalado, es muy común tanto en medios académicos como empresariales y político-institucionales y es casi inevitable utilizarla, sin dejar de señalar que mantiene una ambigüedad que permite asimilar toda la actividad económica de la construcción (entendida como rama) al comportamiento del sector industrial (lo que en términos técnicos, se conoce como industria manufacturera), lo cual oscurece sus características particulares, como tendremos ocasión de analizar. De hecho, de manera similar a la expresión Industria Manufacturera (en términos de la clasificación CIIU o de Cuentas Nacionales), se refiere al conjunto de actividades de elaboración y transformación de insumos en productos y/o servicios, e incluye en su seno empresas con diferentes formas de división del trabajo (artesanía, manufactura, industrias maquinizadas o industrias automatizadas). En ambos casos, cuando se habla de industria manufacturera o industria de la construcción se refiere al campo de actividad y no al tipo de división de trabajo imperante en su seno, que puede ser muy variado.

3.3. La división de trabajo

La noción de división del trabajo proviene de las diferentes categorías que se pueden extraer de los variados tipos de cooperación en el trabajo colectivo. La importancia de su consideración fue un elemento de análisis básico por parte de la economía clásica y marxista, y del análisis sociológico y económico de Max Weber; después ha sido asunto de atención por parte de la economía y sociología industrial y del cambio tecnológico. Igualmente se han interesado sobre estos asuntos múltiples estudios antropológicos.

Aunque, como veremos enseguida, no todos coinciden en sus modalidades, los distintos tipos de cooperación en el trabajo colectivo pueden resumirse en los siguientes: cooperación simple y artesanía, organización manufacturera (con dos modalidades: orgánica y heterogénea) y organización industrial (maquinizada y automatizada).

La cooperación simple se ha presentado históricamente en todo tipo de sociedades. Se define como la “producción de mercancías efectuadas por artesanos, propietarios de sus propios medios de producción (instrumentos de trabajo).” (Mandel, 1969: I, 62).

Organización manufacturera es un estadio de la cooperación en el trabajo, donde la división interna del proceso de trabajo y la especialización de los trabajadores en partes o en procesos de trabajo común, dan origen a un “trabajador colectivo”, cuyos brazos son obreros dedicados a una función especial y donde la potencia fundamental del proceso descansa en la habilidad, pericia y capacidad de los trabajadores mismos.

Organización industrial es otro estadio superior de la organización del trabajo colectivo, donde la pericia como potencia principal del trabajo ha cedido su lugar a un organismo objetivo, exterior al trabajador mismo, alrededor del cual se organiza la producción. Ese organismo exterior es la maquinaria, más precisamente el sistema de maquinarias y la fábrica.

“Ya dentro de la forma industrial de la organización del trabajo colectivo, se ha hablado de una primera y principal revolución industrial, realizada en el instrumento de trabajo; de una segunda revolución industrial referida al sistema de

fuerza que impulsa las máquinas y contenida en la homogenización energética del espacio por la electrificación; y una tercera revolución industrial, contenida en el constante y progresivo perfeccionamiento de los sistemas de control de la producción, cada vez más desligados de la participación directa de los trabajadores humanos, hasta las recientes experimentaciones en robótica” (IDEC-SEU-IU, FAU, UCV. Equipo INCOVEN, 1987: 20).

Como se verá a lo largo de este texto, la consideración sobre la división de trabajo manufacturera es, según el enfoque adoptado en estas páginas un elemento clave para entender la actividad de la construcción y sus transformaciones socio-técnicas, es la razón por la cual destacamos aquellos autores que se detuvieron a analizar esta modalidad de la división del trabajo, en lugar destacado Adam Smith y Karl Marx. La obra cumbre de Smith (1776) publicada originalmente en 1776 analiza la transformación que significa esta modalidad de división del trabajo y la introducción de las primeras maquinarias a la producción y su papel en el desarrollo del capitalismo. Marx por su parte, realiza un análisis mucho más detallado de la manufactura, mostrando las dos modalidades principales que toma la organización del trabajo en este tipo de división del trabajo, a las que nos referiremos más adelante, pero es testigo y puede analizar el surgimiento de una nueva modalidad de división del trabajo, la que él llamó “gran industria” (la industria maquinizada), que se convertirá en la forma de organización del trabajo hegemónica en el capitalismo desde entonces y, como señalamos, da lugar posteriormente a la industria automatizada (Cf. Lilley, 1959, 1965; Braverman, 1975; Richta, 1978; Coriat, 1985, 1982, 1992.a, 1992.b; Pérez, 2004). Independientemente del juicio que se tenga sobre las corrientes que representan Smith y Marx, son autores claves para analizar la división manufacturera del trabajo. De los analistas de las modalidades de división del trabajo características del capitalismo, no puede excluirse los agudos aportes de Max Weber, que muestra los antecedentes y caminos que tomó la división del trabajo en el capitalismo, aunque presenta objeciones a la diferenciación entre fábrica (en el sentido de industria maquinizada) y manufactura que había formulado Marx en su obra emblemática de 1887 (Cf. Weber, 1974; Marx, 1977).

En el análisis de la construcción que sigue veremos que la propuesta analítica de Marx que diferencia manufactura de gran industria, es una herramienta útil, al contrario de lo que pensaba Weber que minimizó esta diferenciación.

Lejos de una lectura que mira las distintas formas de división del trabajo como una secuencia en que unas sustituyen a otras, una observación detallada muestra que ellas conviven y que aunque alguna de ellas se transforma en el eje organizador de las demás, no logra que desaparezcan, presentándose una reaparición bajo otros parámetros, tal es el caso de la producción simple de mercancía, de la producción de unidades domésticas o la artesanía, sea que se entiendan como expresión de la heterogeneidad estructural, sea como formas de producción emergentes (Coraggio (Org.), 2007; Quijano, 2007; Singer, 1997; Gaiger, 2007; Dagnino (Org.), 2009); es la caso también de ciertas modalidades de manufactura, aunque lo dominante sea la división del trabajo de tipo industrial, conviven con la división del trabajo dominante, que aunque marca la dinámica general, no logra hacer desaparecer otras formas de división del trabajo, en general las somete a sus designios, pero en la medida que persisten, pueden mostrar sus peculiaridades que se expresan en una formación social concreta, una articulación de formas de producción-distribución que aunque son dominadas por un modo de producción dominante, en nuestro caso capitalista, da lugar a un enjambre donde otros modos de producción y de división del trabajo están presentes, aunque modificados por la hegemonía de uno de ellos.

En estas páginas encontraremos dos acepciones de manufactura. Una referida a las formas de cooperación y a la división del trabajo, heredada de las categorías con las cuales economía clásica y marxista han abordado este asunto, que da cuenta de la evolución de aquellas que han pasado de la cooperación simple o producción de tipo artesanal, a grados más complejos que dieron origen a la manufactura (cooperación de los obreros en un taller o actividad), hasta llegar al sistema mecanizado (la industria en sentido estricto), que derivó posteriormente en la organización automatizada de la producción. Es conocido que aunque es posible su convivencia, el predominio de alguna de ellas marca la forma de

cooperación y de división del trabajo media, tanto en la sociedad como un todo como en cada una de sus ramas de la producción.

Pero otra acepción es posible y de hecho muy utilizada, la que se deriva de las clasificaciones internacionales para reflejar la descripción y el desempeño de los distintos sectores económicos, en los términos que su estructura técnica, primario, secundario y terciario, que propuso con éxito Colin Clark. Es el tipo de registro que nos aporta la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) de las Naciones Unidas, adoptada también por los organismos que sistematizan las estadísticas de la actividad económica, en el caso venezolano el Banco Central de Venezuela (BCV) y el Instituto Nacional de Estadística (INE) o sus similares en cada uno de los países.

3.4. Las características de los componentes del Sistema Sectorial de la Construcción

Como señalamos, el **Sistema Sectorial de la Construcción** está integrado por todas las actividades económicas dedicadas a la producción, circulación y consumo del medio ambiente construido. Él incluye una variedad de ramas de diferente tipo: las de producción de insumos, materiales y componentes; las de producción de maquinaria y equipo para la construcción; así como las actividades comerciales y financieras vinculadas a sus productos; además, por supuesto, de la rama de la construcción propiamente dicha, con todas las actividades y procesos que están articuladas a su actividad.

Para describir los distintos componentes del **Sistema Sectorial de la Construcción** podemos hacerlo valiéndonos del análisis del ciclo del capital en la rama de la construcción (circulación en su fase de compra, producción, circulación en su fase venta y consumo), que a través de su secuencia, nos indica las diferentes exigencias y relaciones inter-sectoriales que se requieren para dar lugar a los productos de la rama de la construcción que provienen de lo que hemos denominado el **Sistema Sectorial de la Construcción**.

Para ello podemos proceder describiendo los distintos componentes que se reúnen en la producción del medio ambiente construido o partir de las exigencias de producción de la rama de la construcción y desde allí describir lo que ésta

requiere para acometer sus actividades de producción. Este último camino es el que hemos escogido porque nos muestra el núcleo de la producción que reclama de otros componentes sus requerimientos.

Al adoptar esta óptica nos encontramos que para que se produzca un producto de la rama de la construcción se requiere: una base territorial (un terreno), fuerza de trabajo, materiales y componentes constructivos, maquinaria y equipo y un proyecto que los articule, dado su carácter singular, que supone una selección de una opción tecnológica, además de la elección de una forma de acometer el proceso productivo que, como veremos, acepta diferentes configuraciones para lo que se han dado en llamar el agente organizador de la producción (Sierra, 1979), que ejerce esa función vigilante y mediadora, que como “todo trabajo directamente social o colectivo, efectuado en gran escala, requiere en mayor o menor medida una dirección que medie la armonía de las actividades individuales y ejecute aquellas funciones generales derivadas del movimiento del cuerpo productivo total, por oposición al movimiento de sus órganos separados. Un solista de violín se dirige a sí mismo; una orquesta necesita un director” (Marx, T.I, Vol. 2, 1977: 402).

3.4.1. Las características de la rama de la construcción

Comenzaremos entonces con los rasgos característicos de la rama de la construcción para, a partir de ellos, identificar los sus actividades conexas, las integrantes del resto del Sistema Sectorial de la Construcción, para entender sus determinantes. Esta presentación no sólo retoma las consideraciones que hemos realizado sobre el particular en el pasado (Cf. Lovera, 1865, 1989, 1990.b, 2004) y aquellas realizadas como parte de elaboraciones colectivas (Cf. IDEC-SEU-IU, FAU, UCV. Equipo INCOVEN, 1986.b, 1987; Lovera (Coord.), 2005), sino los aportes de distintos investigadores sobre el particular que iremos citando a lo largo de las páginas que siguen.

Actividad ancestral

Ya habíamos adelantado que la actividad de la construcción es ancestral en el sentido que forma parte de aquellas segmentos de la actividad productiva que se alimentan de “una tradición técnica ininterrumpida” (Bernal, 1979: 55). Caso típico de actividades económicas que preexisten al desarrollo capitalista, más aún en este caso y en algunos otros en los cuales sus orígenes se hunden mucho más atrás en la historia del desarrollo humano. No se trata que las formas de producción no hayan evolucionado ni se hayan transformado, pero sí que están marcadas por las motivaciones que diferencian la actividad del ingeniero (y de la arquitectura cuando se separó de la ingeniería) de la del científico, aunque los vasos comunicantes entre ellos sean cada vez más intensos. Las profesiones emblemáticas que se ocupan de la construcción (ingeniería y arquitectura) están fundamentalmente movidas por el hacer, mientras los científicos se centran en el descubrimiento de cómo hacer, constatan tanto por sus motivaciones como en las formas de operar y en las modalidades de aprendizaje (Cf. Bernal, 1979; Vessuri, 1997).

Este carácter ancestral de la actividad de la construcción deja un rastro histórico que aunque se va alejando en la memoria histórica, es probable que ayude a la persistencia de diferentes formas de producción o a su reconstrucción modificada en períodos donde las necesidades constructivas no son atendidas suficientemente por los canales convencionales dominantes, a diferencia de otras ramas, donde el desarrollo capitalista abolió prácticamente formas de producción anteriores, de manera tal que la producción de vehículos no es concebible hoy por medios artesanales o manufactureros, como en sus orígenes, a excepción de los de tracción de sangre, que sí tienen una lejana tradición técnica, aunque sí reaparecen formas de producción en las edificaciones que se creían desaparecidas, sobre todo en las sociedades de la periferia capitalista, donde en realidad no han dejado de estar presentes.

Este carácter ancestral de la construcción seguramente tiene alguna influencia sobre la persistencia de las distintas formas de producción de la construcción, sobre todo en el campo de las edificaciones, que persisten en las

formaciones sociales de la periferia, aunque su presencia evidente en los sectores de bajos ingresos está alimentada también por otras determinantes socio-económicas.

Manufactura Predominantemente Heterogénea

La rama de la construcción es, desde el punto de vista de la división del trabajo, una rama donde el tipo de cooperación en el trabajo colectivo que domina en ella es el característico de la *organización manufacturera*. Ello quiere decir que la organización del trabajo descansa en la habilidad, pericia y capacidad de los trabajadores, que reunidos y organizados dan lugar a "un mecanismo de producción cuyos órganos son hombres" (Marx, 1977, Tomo I, Vol.2: 412), a diferencia de la división del trabajo típica de la gran industria maquinizada, donde el sistema de maquinarias -y no la fuerza de trabajo- es el eje central en torno al cual se organiza la producción.

"En el proceso de trabajo de construcción encontramos un dominio de operaciones fundamentalmente manuales, dependientes de la fuerza, destreza y regularidad del obrero individual en el manejo de herramientas e, incluso, maquinarias específicas. Las relaciones técnicas y de propiedad de los obreros con sus herramientas, así como la evolución en la especialización, perfeccionamiento y multiplicación de éstas nos confirman el carácter manufacturero de la construcción". Igualmente, se llega a la misma conclusión al analizar el tipo de calificación de la fuerza de trabajo, combinación de obreros calificados y no calificados características de la manufactura, así como a otros aspectos del tipo de organización del proceso de producción en dicha rama (IDEC-IU-SEU, FAU, UCV, 1987).

Pero no toda manufactura tiene las mismas características. En el caso de la construcción puede constatarse cómo hasta ahora ha tomado como forma predominante de división del trabajo la de *manufactura heterogénea*. Categoría que proviene del análisis que realizó Marx sobre la manufactura, en el cual diferenciaba la manufactura orgánica de la manufactura heterogénea: "La organización de la manufactura presenta dos formas fundamentales que pese a su

entrelazamiento ocasional, difieren esencialmente por su tipo y desempeñan también un papel enteramente distinto, sobre todo en la ulterior transformación de la manufactura en la gran industria, fundada en la maquinaria. Este carácter dual dimana de la naturaleza misma del artículo producido. O se forma mediante el ensamblamiento puramente mecánico de productos parciales independientes [manufactura heterogénea], o debe su figura acabada a una secuencia de procesos y manipulaciones interrelacionados [manufactura orgánica]" (Marx, Op.cit.: 416).

Al analizar el caso de la manufactura heterogénea puntualiza: "esta relación externa entre el producto terminado y sus diversos elementos hace que en este caso (...) la combinación de los obreros parciales en el *mismo* taller resulte aleatoria. Los trabajos parciales bien pueden practicarse, a su vez, como oficios artesanalmente independientes" (Ibidem: 417).

Al contrario, la manufactura orgánica "produce obras que recorren fases de desarrollo interrelacionadas, una secuencia de procesos consecutivos"; en esta forma de manufactura "la materia prima se encuentra *simultáneamente* y de una vez en todas sus fases de producción (...). De una sucesión temporal, los diversos procesos escalonados pasan a convertirse en una yuxtaposición espacial. De ahí que en el mismo espacio de tiempo se suministre una mayor cantidad de mercancías *terminadas*" (Ibidem: 418; 419).

Una observación detallada del proceso de trabajo en la industria de la construcción pone en evidencia su carácter predominante de manufactura heterogénea. La producción de la obra se presenta como una operación de ensamblaje en la cual concurren diferentes organizaciones empresariales (o trabajadores) de la rama para dar lugar al producto terminado, incluso, cuando se trata de una sola empresa, ella desmigaja el proceso en diferentes partes (acondicionamiento del terreno, estructura, instalaciones, acabados, etc.), de manera que se presentan como procesos independientes unos de otros, con características muchas veces disímiles entre unas partidas y otras de una misma obra en lo que a su composición técnica se refiere (partidas altamente mecanizadas al lado de aquéllas intensivas en mano de obra). Es por este tipo de

división del trabajo que en la construcción de una edificación, por ejemplo, pueden no toparse nunca los trabajadores que se ocupan de las fundaciones con aquellos que se encargan de las instalaciones eléctricas. El trabajo que realiza una cuadrilla en una etapa es un producto parcial independiente del que realiza el resto de las cuadrillas en otra etapa de la obra. El acoplamiento del ensamblaje de las partes lo asegura la dirección general de la obra, y su unidad como mercancía sólo aparece al final como producto del entrelazamiento de los productos parciales que se fueron realizando a lo largo del tiempo de trabajo.

Sin embargo, el hecho que la construcción se nos presente como una manufactura *predominantemente* heterogénea, no excluye que encontremos muchos sub-procesos de trabajo que se acercan a la manufactura orgánica y también, en menor medida, al tipo de división del trabajo típicamente industrial e, incluso, que algunos procesos presenten rasgos pre o semi-manufactureros (Cf. IDEC-IU-SEU, FAU, UCV, 1987; 1988).

La característica de la construcción que presenta una división del trabajo manufacturera predominantemente heterogénea hace posible que determinados sub-procesos de trabajo se independicen de la obra de construcción, dando lugar a empresas especializadas en esos sub-procesos (pilotaje, instalaciones mecánicas, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, etc.) e, incluso, que tales labores sean resueltas ya no por la rama de la construcción propiamente dicha sino por empresas localizadas en otros ámbitos del Sistema Sectorial de la Construcción (preparación de concreto pre-mezclado, fabricación de componentes constructivos en plantas, etc.), con un funcionamiento separado de la producción localizada del medio ambiente construido. De allí que se pueda percibir un desmigajamiento o «estallido» del proceso constructivo en diversos sub-procesos, unos acometidos en la propia obra y otros fuera de ella, lo que apunta a diferentes posibilidades de evolución tecnológica de los diversos sub-procesos de trabajo de la construcción, mientras unos permanecen anclados al lugar de la obra y su cambio tecnológico se da manteniendo fundamentalmente el carácter de manufactura heterogénea, otros se convierten en manufacturas de tipo orgánico o procesos industriales independientes (Cfr. IDEC-IU-SEU, FAU, UCV, 1986). En

estos casos de «estallido» del proceso de trabajo original en procesos autónomos, se cumple lo que había destacado Marx al estudiar las posibilidades de evolución de la manufactura heterogénea, al indicar que "donde el producto no es más que un todo integrado de manera puramente mecánica por productos parciales, los trabajos parciales pueden recuperar su autonomía (...). Para establecer una división del trabajo más perfecta dentro de una manufactura, el mismo ramo de la producción se desdobra en varias manufacturas -enteramente nuevas algunas de ellas" (Marx, 1977, Tomo I, Vol.2: 430).

Indicación que muestra cuán fecundo es este enfoque para estudiar no sólo las características actuales de una manufactura como la construcción, sino para atisbar sus posibilidades de su evolución, que no son iguales a los caminos que toma la transformación de una manufactura orgánica en industria maquinizada y más tarde automatizada.

La investigación sobre la construcción ha refutado a aquellos que sostuvieron en su momento que en la rama de la construcción imperaba una división del trabajo artesanal o arcaica, algunos que lo han seguido sosteniendo han perdido adherentes. Aunque la caracterización de la construcción como manufactura heterogénea (Cf. Preteceille, 1976) o como manufactura predominantemente heterogénea (Cf. Lovera, 1985; IDEC-IU-SEU, FAU, UCV, 1987; 1988) no es adoptada explícitamente por todos los analistas de la rama, lo que si se ha hecho moneda corriente es encontrar una insistencia en diferenciar entre las formas de división y organización del trabajo entre la industria (manufacturera) y la construcción, que coincide con la importancia de entender esta diferenciación que, de hecho, ratifica lo que se sostiene en estas páginas (Cf. Piedrafita: <http://anmopyc.es>; Botero, 2008). Esta diferenciación está detallada en la comparación que resume el Cuadro N° 1).

Cuadro N° 1

DIFERENCIAS ENTRE LA CONSTRUCCION Y LA PRODUCCION INDUSTRIAL

CARACTERÍSTICA	CONSTRUCCION	PRODUCCION INDUSTRIAL
Productividad	Media a baja	Alta
Organización	Matricial/proyecto/ con fuerte integración lateral flexible; varía con el tiempo.	Funcional/jerárquica, con fuerte integración vertical; estable
Suborganizaciones	Autónomas, paralelas	Integradas verticalmente
Serie de productos	Único e irreplicable, construido al gusto del cliente	Producción en masa, cíclica, basada en estudios de mercado. Compradores anónimos, casi sin influencia en la producción
Productos	Grande, inmóvil y costoso	Pequeño, transportable, barato e inventariable; sustituible
Diseño del producto	Independiente de la producción	Integrado con la producción
Ciclo del producto	Largo	Corto
Riesgo	Alto. Utilidades marginales, gran rotación de empresas. Poca elasticidad	Moderado, se puede repartir entre varios productos al diversificar. Mercados alternativos.
Control	Es común el incumplimiento de plazos y presupuestos. El control de calidad es ineficiente	Programas y presupuestos confiables. Alto control de calidad
Mano de obra	Alta rotación	Permanente
Seguridad	Trabajo de alto riesgo y en ocasiones inseguro	Entorno relativamente protegido
Entorno	Áreas no controladas por el constructor, como el clima y los proveedores	
Investigación	Escasa	Permanente
Administración	Generalmente ad hoc. Decisiones basadas en el contexto, los juicios personales y la experiencia	Científica, decisiones basadas en precedentes y/o procedimientos
Grado de innovación	Mínimo	Alto
Ciclos económicos	Característica muy importante que resulta en desempleo e inactividad de equipos, baja actividad y quiebre de empresas	Influencia moderada

Fuente: Botero, 2008, Cuadro N° 15, página 72

Convivencia de variadas formas de producción

En la actividad de la construcción es característico que convivan en su seno diversas formas de producción. Aunque como en otras esferas de la economía la tendencia es que el modo capitalista se va imponiendo, el de la construcción ha sido históricamente uno de los sectores donde este proceso se opera más tardíamente (Cf. Jaramillo, 2009). Esto da lugar a la convivencia y persistencia de diferentes formas de producción en su seno. La producción del medio ambiente construido se realiza simultáneamente con modalidades variadas, lo que es menos frecuente en otras esferas de la producción. Este rasgo es más habitual en las formaciones sociales de la periferia capitalista donde la penetración de las formas plenamente capitalistas de la producción del espacio construido encuentra obstáculos adicionales.

La importancia de la variedad de las formas de producción del medio ambiente construido ha sido destacada por diferentes investigadores desde hace bastante tiempo (Cf. Pradilla, 1974; Jaramillo, 1981, 1982; Bolívar/Lovera, 1982; Lovera/Marcano, 1986). Subrayamos aquí que no sólo se trata de que existan variadas formas de producción sino que además, al menos en el capitalismo periférico, tienden a persistir, particularmente en algunos sub-sectores, particularmente en el segmento de producción de edificaciones residenciales las formas de división del trabajo más simples; mientras que en el segmento de las obras civiles la producción simple de mercancías o la producción artesanal tienen una significación declinante, aunque no están ausentes del todo, dado que algunos segmentos de la producción de bienes de consumo colectivo, sobre todo en las áreas de las barriadas populares, son ejecutadas mediante procedimientos tradicionales y formas de trabajo no pago para llevar a cabo obras de servicios públicos (Cf. Cuervo, 1988).

Tomando como centro de análisis la producción habitacional (que puede extenderse con ciertas precauciones a la producción de edificaciones), se pueden identificar cuatro formas fundamentales de producción: autoconstrucción (con evoluciones posteriores a la producción por administración directa del usuario);

producción por encargo motivada por el valor de uso; la producción promocional privada para venta; y la producción promovida por el Estado (Cf. Jaramillo, 1981, 1982; Jaramillo, 1981, 1982; Bolívar/Lovera, 1982; Lovera/Marcano, 1986).

La autoconstrucción ha sido históricamente la forma de producción que sirve de punto de partida de la producción de viviendas y del surgimiento de las barriadas populares (y sus distintas denominaciones, según los países: villas-miseria, callampas, favelas, colonias populares, etc.), y lo sigue siendo para las familias más empobrecidas de esas zonas de la ciudad. En esta forma de producción las unidades familiares ejecutan por sí mismas el proceso productivo, con frecuencia con el apoyo solidario de la familia extendida y otros miembros de su red de compadrazgo y amistad. Es una vivienda que se inicia normalmente con materiales deleznable, que progresivamente se van sustituyendo a lo largo del tiempo por materiales más duraderos en un proceso que hemos llamado de “producción por etapas no continuas” (Cf. Lovera, 1983). Es un proceso largo y complejo que ha sido documentado por la investigación urbana tanto en Venezuela (Cf. Bolívar, 1976, 1980, 1989.a, 1989.b, Bolívar/Bonnefoy, 1991; Lovera, 1983), como en América Latina (Riofrío, 1978, Kowarick, 1979; Valladares (Org.), 1981, Jaramillo, 1981, 1982, entre muchos otros), sin contar con las investigaciones en otras latitudes.

Muy comúnmente se hace referencia a estas formas de producción como formas “atrasadas”, porque derivan de la producción simple de mercancía y las formas predominantemente artesanales, pero esa manera de llamarlas (que nosotros y otros hemos utilizado) puede inducir a equívocos. Estas formas de producción sufren mutaciones cuando se dan en el marco de una economía capitalista. Es por ello, que sin haber desaparecido por completo las modalidades de producción habitacional por autoconstrucción, la tendencia ha sido a su combinación con formas *semi-manufactureras* y a la contratación parcial de obreros para completar las obras, pudiéndose presentar procesos constructivos ejecutados por administración directa del usuario, pero donde su participación como ejecutante se reduce significativamente, como destacamos en investigaciones de hace muchos años atrás (Cf. Bolívar/Lovera, 1982; Lovera,

1983), y que llevaron a una indagación más profunda sobre el proceso de producción de viviendas en las barriadas populares (Cf. Bolívar, 1989.a, 1989.b, Bolívar, 1994; Rosas/Romero, 1989, entre otras). En América Latina se han realizado análisis en el mismo sentido para mostrar las variaciones que se han operado en la producción del hábitat popular (Cf. Riofrío/Driant, 1987; Riofrío, 1991).

Estas formas de producción deben verse no sólo a la luz de lo que sucede en el proceso de trabajo, como ha señalado Jaramillo (1982), sino en el proceso de producción-circulación, donde aparecen una serie de características que esclarecen la dinámica social de cada forma de producción, y de las formas de consumo que, como veremos, le permiten a las construcciones regresar a la esfera de la circulación transformando su valor de uso.

La segunda forma de producción es la producción por encargo (en una modalidad en la cual lo dominante es el valor de uso de quien la contrata, aunque en el proceso de trabajo imperen relaciones capitalistas). Se trata de una modalidad, de nuevo fundamentalmente en la producción de edificaciones residenciales, aunque es posible en otro tipo de edificaciones, donde el demandante ha adquirido un terreno y manda a construir una edificación. Quien construye y quien consume la construcción son agentes diferentes. El motor de la producción, como en las modalidades anteriores, es la obtención de un valor de uso, pero mediado por la participación de agentes (constructores contratados) que con esta actividad edificadora obtienen una ganancia, aunque el producto es propiedad del usuario, que normalmente lo usa para sí mismo, pero que puede transarla en el mercado (Cf. Jaramillo, 1981, 1982; Bolívar/Lovera, 1982; Lovera/Marcano, 1986).

En términos de formas de producción esta modalidad impulsa la división del trabajo manufacturera, predominantemente heterogénea, como vimos, aunque siempre está en la incertidumbre de la continuidad de nuevos encargos, pero se va creando un mercado para empresas constructoras que se ocupan de este segmento del mercado, que durante muchas etapas de la historia de la construcción reciente ha representado una fuente de contratación tan importante

que posibilita que muchas empresas constructoras o sub-contratistas de fases de la obra cuenten con trabajos continuos.

Aunque esta caracterización de la producción por encargo resulta consistente para la producción habitacional, y ha jugado en diferentes momentos un rol destacado en la forma de suministro de vivienda para sectores solventes (medios y altos), al focalizarse en la producción de viviendas, debe advertirse que quienes la hemos utilizado debemos tener presente que esa categoría requiere que se advierta, como señala Martín (1982) que no es privativa de la producción de vivienda, porque la producción por encargo es en la industria de la construcción una modalidad usual, no sólo en el mercado de vivienda sino en todo el mercado publico y privado de todo tipo de obra; adicionalmente, la producción por encargo no está asociada necesariamente a formas de producción “atrasadas” o no plenamente capitalistas, porque esta modalidad puede estar, y de hecho está, ligada a las formas más avanzadas de producción, entre ellas las de las más complejas obras civiles.

La tercera modalidad de producción en la rama de la construcción es la destinada a la venta del mercado anónimo, la forma característica de producción-circulación en el mercado capitalista, donde se genera una oferta que se supone tiene un segmento del mercado demandante, aunque por las características de la rama puede ser ofrecida antes de culminarse (“vender en planos”, pre-venta) a los potenciales compradores, pero en lo fundamental es una producción concebida para la demanda solvente.

Aunque en esta modalidad de oferta la división del trabajo sigue siendo la de manufactura predominantemente heterogénea, por sus formas de operación y, en ciertas coyunturas, su mayor continuidad, estimulan la introducción de innovaciones técnicas y organizativas por parte de las empresas con una mayor permanencia que en la construcción por encargo de edificaciones donde la iniciativa proviene de los futuros usuarios.

Esta configuración de producción hace aparecer al promotor como una figura clave para que opere el conjunto de la operación inmobiliaria, lo que consideraremos más adelante. Esta forma de producción-circulación, aunque se

ha hecho dominante en ciertas coyunturas para los segmentos de mercado que atiende, está sujeta a las condiciones cambiantes de la demanda.

Finalmente, aunque no menos importante, están las obras promocionadas por el Estado, pero ejecutadas normalmente por empresas constructoras privadas. Aquí habría que diferenciar las que se orientan a producir edificaciones (principalmente residenciales y para servicios), de aquellas destinadas a las obras civiles.

En las edificaciones promovidas por el Estado, tienden a imperar formas de división del trabajo como las que están presentes en las modalidades de producción por encargo de edificaciones y la producción para la venta, pudiéndose encontrar, incluso, formas combinadas con las de división semi-manufacturera, cuando el Estado estimula la participación de micro-empresas o la intervención de la comunidad organizada en la producción de edificaciones.

Un caso diferente se presenta en la producción de obras civiles o de infraestructura, donde el Estado actúa como promotor, y en las que por las exigencias técnicas de las obras se hacen presentes las modalidades más sofisticadas de construcción, algunas cercanas a la producción propiamente industrial, ejecutadas por empresas constructoras -nacionales o transnacionales- que cuentan con tecnologías de punta para estas labores. Este es un caso típico de una producción por encargo de alta sofisticación técnica (represas hidroeléctricas o termoeléctricas, construcción de instalaciones para empresas industriales, etc.), ejecutadas por empresas constructoras que garantizan la continuidad de sus operaciones bien porque elaboran un segmento de la construcción o son capaces de la realización de la totalidad de la operación, normalmente asociados con otras empresas especializadas en diferentes áreas de la ingeniería y la construcción.

Esta misma modalidad es utilizada también por grandes empresas privadas que actúan como promotoras de la construcción de plantas industriales de procesos (químicas, siderúrgicas, minerales no metálicos, etc.), donde ellas actúan como promotoras y la ejecución constructiva corresponde a una o varias empresas especializadas.

Como hemos señalado, en esta forma de producción-circulación la complejidad técnica marcará las formas cómo la división del trabajo podrá abrir espacio para que se combinen las modalidades manufactureras y proto-industriales, escasas en la producción de edificaciones, donde predominan las primeras, más frecuentes en las obras civiles donde en algunas de ellas la producción propiamente industrial puede encontrar ciertos campos de aplicación en algunos productos o procesos parciales, pero donde el carácter de manufactura predominantemente heterogénea de la construcción sigue manifestándose, sólo que en las obras civiles, sobre todo en algunas de ellas, puede acercarse más a la producción industrial sin asimilarse por completo a ella.

No sólo ello, además de sistemas tecnológicos más sofisticados en la tecnología de construcción en las obras civiles, concurren las tecnologías específicas a los tipos de obras: ingeniería y tecnología eléctrica, hidroeléctrica, aeronáutica, hidroeléctrica, de puertos (de transporte, oceanográfica, etc.), que diferencia las obras civiles de las edificaciones, como ha insistido Cilento, lo que marca también un contraste importante entre la naturaleza y forma de producción de estos dos segmentos de la industria de la construcción.

Vinculación de la producción y del producto a la tierra

Uno de los elementos característicos de la rama de la construcción es su vinculación a la tierra. En general, los productos de esta rama son inmóviles, fijos al terreno, del cual no se separan una vez producidos -como sucede en la producción agrícola-, en nuestro caso ellos son consumidos en la misma base territorial donde se producen. Aún si pueden desplazarse, como las casas móviles u otras edificaciones prefabricadas que pueden trasladarse, para su consumo tienen que estar enclavadas en unos terrenos específicos y conectados a la red de servicios.

En la industria de la construcción la tierra tiene un papel clave no sólo como lugar de trabajo sino como medio de producción, ocupando en muchos casos varios lugares en el proceso de trabajo, así "en un mismo proceso de producción, la tierra pasará de ser objeto de trabajo -movimiento de tierra para una represa-, a

ser instrumento, medio de trabajo en sentido estricto -cuando contribuye junto a la infraestructura incorporada a ser soporte resistente-, para finalmente actuar como medio de trabajo general -al agregarse a toda la estructura resistente de la obra en cuestión" (Martín, 1982: 34). Pero, además, la tierra entra en las esferas de la circulación y del consumo junto al resto del producto de la construcción, lo cual significa que para cada nuevo proceso de producción se requiere un nuevo terreno.

De otra parte, cada producto requiere adaptarse al terreno donde se apoya, por tanto, las características morfológicas y geológicas tendrán un significado innegable, aunque variable, según el tipo de producto, lo que pone de manifiesto el papel de la renta del suelo, en este caso la renta diferencial I, que en caso producción de los productos de la construcción puede denominarse la *construibilidad* del terreno (Cfr. Lovera, 1978; Jaramillo, 1994). Esta adaptación al terreno da como resultado una cierta singularidad a cada proceso productivo, singularidad que puede relativizarse con cambios técnicos, más no eliminarse. Al ser ello así, la producción en serie se ve limitada, al menos en lo que se refiere a los aspectos que tienen que ver con la conexión de los productos con el terreno y con las redes de servicios.

Volviendo al aspecto de la renta del suelo, aunque no es este el lugar para una exposición en extenso de ello (Cfr. Lovera, 1978; Villanueva, 1984; Lungo, 1986; Martínez (Comp), 1985; Jaramillo, 2009), sí es necesario algunas acotaciones adicionales. Al existir propiedad privada sobre la tierra que se requiere para producir el medio ambiente construido, tierra que por otro lado, en cuanto situación, construibilidad y valoración social no es reproducible sin más por los capitales individuales, ello implica que: "el propietario jurídico del suelo está en capacidad de exigir una porción de valor, la renta, para permitir el acceso a la tierra de los agentes que tienen que ver con el espacio construido: (...) el productor tendrá que desprenderse de una determinada fracción de valor para poder disponer del suelo para el proceso de producción (...)". Ello tiene como consecuencia lo siguiente: "Con respecto a la producción, la transferencia de valor hacia el terrateniente puede traducirse bien sea en una deducción de las

ganancias de los capitales comprometidos en la construcción, lo que en sí mismo es un obstáculo para la acumulación, o bien puede repercutir en ciertas características de la rama, como son una super-explotación de la fuerza de trabajo por ella empleada y/o una composición orgánica de capital anormalmente baja: las dos circunstancias se traducen en general en dificultades para la innovación técnica, lo cual debilita las condiciones de competencia por parte del capital frente a otras formas de producción, y en especial pone en duda las condiciones de acumulación desigual por parte del gran capital" (Jaramillo, 1981: 17-18).

Largo ciclo de producción y durabilidad de los productos

La industria de la construcción está caracterizada también por un ciclo de producción particularmente largo, con diferencias según la sub-rama y el tipo de producto del cual se trate. Ello está relacionado con el débil desarrollo de las fuerzas productivas en la rama y con el carácter complejo de los productos de aquella.

Agreguemos que son *productos discretos* -metáfora tomada de las Matemáticas y la Estadística que nos habla de variables discretas en contraste con las continuas-, en efecto, los productos de la construcción no son susceptibles de fraccionarse sin afectar su valor de uso y, en la producción deben esperar a completar su totalidad para ser lanzados a la circulación y al consumo, excepción hecha de sub-mercados donde esto puede llegar a relativizarse como en la vivienda autoproducida de las barriadas populares (cfr. Lovera, 1983). Una interrupción en el ciclo de producción de tipo continuo (textiles o cemento, por ejemplo), puede permitir lanzar al mercado un volumen de producción ya elaborada y, aún sin interrupción, este tipo de ramas lanza continuamente a la circulación las mercancías producidas. En las ramas de producción de tipo discreto (maquinarias, buques, computadoras, construcción, etc.), sólo después de un largo proceso -variable según la rama- se tienen mercancías que colocar en el mercado y una interrupción del ciclo deja inacabada la unidad del producto, su valor de uso. Se puede adquirir y utilizar una parte de la producción de telas de una fábrica que ha cerrado abruptamente sus puertas, pero es impensable el

consumo de un vehículo sin motor o una edificación sin instalaciones ni cerramientos, siempre pensando en estas mercancías a la luz de su valor de uso y no como insumos.

El caso de la construcción es, pues, asimilable a las ramas cuyos productos no pueden fraccionarse sin afectar su valor de uso, a aquellos que hemos llamado de naturaleza *discreta*. Aún con una duración del proceso laboral diario similar a otras ramas, en nuestro caso la diferencia la establece la *duración del acto de producción*, a saber: "La duración de los procesos laborales repetidos que se necesitan para suministrar el producto terminado, para enviarlo como mercancía al mercado, o sea, para transformarlo de capital productivo en capital mercantil" (Marx, 1977, Tomo I, Vol. 4: 277).

El largo ciclo de producción en la construcción, variable según el tipo de producto y la talla del mismo, unido al carácter complejo de este tipo de mercancías, conduce a que éstas tengan una gran durabilidad en el tiempo, justificada en parte por el enorme volumen de trabajo invertido en ellas y, por tanto, al considerable valor que contienen.

Ese largo ciclo de producción en la rama de la construcción la hace a su vez muy sensible a las variaciones del ciclo económico general, presentando normalmente altibajos repetidos y pronunciados en su actividad. Dadas las características de la producción antes anotadas -ciclo largo, productos no fraccionables-, es frecuente que los cambios en las condiciones de producción y circulación (cambios de precios de los insumos, caída de la demanda, alza de las tasas de interés, etc.), se operen cuando se está en el período de producción, con los consecuentes impactos sobre el desenvolvimiento de la rama, además de hacer compleja y lenta la respuesta de ésta a los cambios en las condiciones de producción y circulación (Cfr. Jaramillo, 1981: 19 y ss.).

Producción por proyectos y prototipos

Las obras de construcción se organizan para su producción bajo la modalidad de proyecto, dada la especificidad de cada una de ellas, aún cuando se trate de obras similares. La diversidad geográfica de su ubicación y las demandas

variadas a las que se ve sometida, obligan a un proyecto distinto para cada obra. Esto impone a una elaboración específica para cada una de ellas, con una variabilidad mucho mayor que otras ramas que también trabajan bajo la modalidad de proyecto (industria aeronáutica, construcción de buques, construcción de equipos complejos), que así como tienen ciertas constricciones comunes, tienen mayores posibilidades de estandarización. No es el caso de la industria de la construcción en la cual los procesos de estandarización son más frecuentes en los materiales y componentes y ciertos sistemas constructivos, lo que limita el aprovechamiento de economías de escala por la variabilidad del trabajo en cada obra y por la singularidad de la mayoría de ellas (Cf. Panaia, 2004).

Estas características y restricciones conducen a que en general las obras de construcción aparezcan como la producción de prototipos más que como una línea de producción repetitiva. Aún cuando se acometen grandes conjuntos de edificaciones las ventajas de sistemas constructivos y de repetitividad no evitan la necesidad de la elaboración de un proyecto específico para cada emplazamiento, donde además hay que articular un conjunto amplio de actores para las diferentes fases de la construcción (Cf. Botero, 2008; Palaia (Coord.), 2008).

Construcción como una sola rama

A pesar que la tendencia de la producción capitalista es hacia la especialización en la producción, dando lugar a nuevas ramas de producción, en la industria de la construcción no se ha operado aún ese proceso. Productos muy diversos siguen bajo el paraguas de esta esfera productiva sin que se separen como esferas independiente (Cf. Martín, 1982). Para mostrar la variedad del tipo de obras es útil la clasificación por tipo de obra, que muestra la enorme variedad que se presenta (Cf. Cuadro N° 2)

Cuadro N° 2

CONSTRUCCIÓN POR TIPO DE OBRA

<p>PREPARACIÓN DEL TERRENO Y DEMOLICIÓN</p> <ul style="list-style-type: none">• Limpieza de terrenos para construcción• Demolición y derribo de edificaciones y otras estructuras• Voladura y perforación de prueba• Movimiento de tierra para obras de construcción• Terraplenamiento, nivelación y excavación de obras de construcción <p>CONSTRUCCIÓN, REFORMA Y REPARACION DE EDIFICACIONES</p> <ul style="list-style-type: none">• Construcción de edificaciones para vivienda familiar• Construcción de edificaciones para vivienda multifamiliar• Construcción de obras de urbanismo para conjuntos habitacionales• Construcción de obras de urbanismo para zonas industriales.• Construcción de edificaciones para oficinas• Construcción de hospitales y clínicas• Construcción de dispensarios y ambulatorios• Construcción de edificaciones educacionales• Construcción de hoteles• Construcción de edificaciones para recreación y esparcimiento• Construcción de edificaciones para industrias y talleres• Instalación de pilotes de construcción• Instalación de plomería• Instalaciones eléctricas• Instalación de ascensores• Instalación de aires acondicionados y sistemas de ventilación• Pintura y decoración de edificios• Otras obras de construcción, reforma y reparación de edificios <p>CONSTRUCCION, REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE VIAS</p> <ul style="list-style-type: none">• Construcción de carreteras• Construcción de autopistas• Construcción de calles y avenidas• Reparación y mantenimiento de vías• Construcción de vías férreas <p>CONSTRUCCIÓN DE AEROPUERTOS</p> <ul style="list-style-type: none">• Construcción de aeropuertos con todas sus instalaciones relacionadas• Construcción de campos de aterrizaje.	<p>CONSTRUCCION DE PLANTAS Y OBRAS PARA PRODUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN TRANSMISION DE ENERGIA Y TELECOMUNICACIONES</p> <ul style="list-style-type: none">• Construcción de centrales hidroeléctricas• Construcción de centrales termoeléctricas• Construcción de centrales nucleares• Construcción de obras para energía eólica o solar• Construcción de obras relacionadas con energía y telecomunicaciones. <p>CONSTRUCCIONES PARA PRODUCCION, REFINACION Y DISTRIBUCION DE PETROLEO Y GAS Y ACONDICIONAMIENTO DE MINAS</p> <ul style="list-style-type: none">• Perforación de pozos por contrato• Construcción de refinerías de petróleo y petroquímica• Construcción de oleoductos y gasoductos• Construcción de tanques y centros de almacenamiento de petróleo y gas• Construcción de obras para la explotación minera• Construcción de otras obras para petróleo, gas y minas. <p>REPRESAS Y OBRAS HIDRÁULICAS DE IRRIGACIÓN Y DESECACION DE TIERRAS</p> <ul style="list-style-type: none">• Construcción de represas, diques y canales• Perforación de pozos de agua• Construcción de obras de drenaje• Otras construcciones de obras hidráulicas <p>CONSTRUCCIONES PORTUARIAS</p> <ul style="list-style-type: none">• Construcción de puertos y obras relacionadas• Dragado y eliminación de rocas marinas y fluviales• Otras construcciones de obras portuarias <p>ABASTECIMIENTO DE AGUA, ALCANTARILLADO Y OTRAS OBRAS DE INGENIERÍA SANITARIA</p> <ul style="list-style-type: none">• Construcción de acueductos• Construcción de cloacas y alcantarillado• Construcción de incineradores de basura y desperdicios• Otras obras de ingeniería sanitaria <p>OTRAS CONSTRUCCIONES DE OBRAS</p> <ul style="list-style-type: none">• Construcción de puentes y túneles• Construcción de plazas y parques• Construcción de campos deportivos• Construcción de piscinas• Otras construcciones no clasificadas en otra parte
---	--

Elaboración: Alberto Lovera-
Fuentes: ONU, CIU. 1969, 1990

Aunque hay diferencias entre la producción de obras civiles y las edificaciones, no han dado lugar a una separación neta, como ha ocurrido en otros ámbitos productivos a lo largo del desarrollo capitalista. Incluso cuando se observa el perfil de las empresas más estables, más que por tipo de obra, ellas se especializan por tipo de tecnología (concreto, metal, etc.), y algunas incursionan en varias de ellas.

Separación de diseño y producción

Es característico en la industria de la construcción, como en general en la producción de bienes complejos (como la industria de producción de equipos y maquinarias), que usualmente deben responder a parámetros específicos solicitados por los clientes, que se produzca la separación de la actividad de diseño y la producción.

Esto hace que en el ciclo de producción deba pre-existir un diseño, adaptado a las demandas del usuario y que el mismo establece parámetros para el proceso de producción que lo moldea y determina. A diferencia del sistema estandarizado de la producción industrial, en cada proceso productivo aunque hay elementos recurrentes, hay otros que son característicos de cada obra, que hacen de cada una de ellas específicas, y donde como en la característica anterior, el diseño del producto, de su proceso de producción implica un diseño previo, en forma y en procedimiento lo cual limita su repetitividad dentro de ciertos límites. La producción no está estandarizada previamente. Cada proceso productivo está determinado por un diseño específico cuyos parámetros determinan el proceso productivo a emprender y sus reglas. El diseño de cada proceso no es implícito sino específico. La producción debe esperar al diseño particular de cada obra y por tanto está separado de este último, a diferencia de los procesos industriales donde el proceso de producción y producto están tan imbricados que cuando se pone en marcha la línea de montaje se sabe que de él va a salir un producto estandarizado, que no es el caso de la construcción donde primero se prefigura el producto y después se define el proceso productivo adecuado. El diseño y la

producción pasan por un proceso de acoplamiento complejo, ausente en las modalidades de producción industrial (Cf. Botero, 2008; Palaia (Coord.), 2008).

Breve Existencia de la Unidad de Producción

Hemos indicado ya cómo los productos de la construcción quedan fijados a la tierra una vez que culmina su producción. Su consumo se da en el mismo sitio donde se producen. Por tanto, cada nueva producción requiere de un nuevo terreno. Pero esto tiene otras consecuencias.

Algunas de las fases del proceso productivo de la construcción no pueden trasladarse a talleres o fábricas sino que deben realizarse en el propio sitio de la obra. El acondicionamiento del terreno y buena parte del ensamblaje pueden mecanizarse más no industrializarse. Aún con todas las fases de la producción que han sido llevadas fuera de la obra (preparación de concreto, producción de componentes, etc.), queda una parte significativa del producto que debe ser resuelto en la obra misma.

Contrastando con la durabilidad de los productos de la rama, la unidad técnica de producción es perecedera en poco tiempo. Dura lo que tarda en producirse la obra. El taller manufacturero específico sólo se constituye para cada obra y sólo durante el tiempo total de producción de ésta. Cuando hablamos de unidad de producción no nos estamos refiriendo a la empresa constructora (su faceta estacionaria y permanente) sino a la acción localizada de ésta, lo que podemos denominar *empresa-obra* o *taller-obra*, unidad técnica de producción de aquella para una obra específica, su faceta itinerante y breve (Cf. IDEC-IU-SEU, FAU, UCV, 1986; Angarita, 1990). Para acometer una obra la empresa constructora debe emplazarse en el lugar donde ésta se va a realizar. Con el fin de la obra muere esa unidad de producción cuya fisonomía va variando a lo largo de la misma, en efecto, "no sólo se constituye el taller manufacturero específico únicamente durante el tiempo de producción de la obra, sino que los diversos procesos de trabajo parciales en que se descompone no actúan simultáneamente y con la misma intensidad durante todo ese tiempo. Por tanto el taller-obra manufacturero va variando en su composición por los trabajos parciales y en la

magnitud de éstos a lo largo de todo el tiempo de la obra" (IDEC-IU-SEU, FAU, UCV, 1986: 21).

Esta breve historia de la unidad de producción, junto a la obligada dispersión geográfica de la producción que se deriva de la también dispersa ubicación de la demanda a la que debe buscar la empresa constructora en donde ella está enclavada, marcan e influyen en la organización empresarial y del proceso de trabajo que adopta la rama, incluido el hecho de que el capital fijo debe trasladarse de obra en obra, con las consiguientes trabas para aprovechar las economías de escala. Esto le plantea a las empresas constructoras una serie de exigencias particulares en el manejo de la maquinaria y equipo que, en muchas obras, debe combinar complejidad técnica del capital fijo con posibilidad de ser transportado a los diferentes puntos donde se manifiesta la demanda de obras, dispersamente localizada; incluso en los sub-mercados donde los demandantes están concentrados -obras públicas-, la producción debe ir a diferentes puntos del territorio (Cf. Vitelli, 1976).

Adicionalmente, la movilidad obligada del taller-obra para cada caso implica resolver una articulación específica de dotación y puesta en funcionamiento de materiales, mano de obra y equipo, y en este sentido, cada obra es singular, aún en el caso de un diseño repetitivo, pues la conexión con la tierra y los servicios crea particularidades en cada construcción. En cada una de ellas hay problemas específicos que resolver, cada obra puede traer nuevos problemas desde el punto de vista constructivo a los cuales hay que dar respuesta. El sistema organizativo y productivo para acometer una obra de construcción no está dado de una vez para siempre, como en una rama de producción en serie, en nuestro caso a los principios generales de la producción de un cierto tipo de obra, habrá que agregarle lo que cada obra plantea como reto constructivo (IDEC-IU-SEU, FAU, UCV, Equipo de Investigación INCOVEN, 1986: 23).

La Empresa Constructora y las Obras de Construcción

Las características de dispersión geográfica de la producción y la demanda y el hecho de verse obligada a constituir un taller manufacturero para cada

proceso constructivo, ponen de relieve las exigencias que desde el punto de vista de organización empresarial esto implica, ya no sólo en cuanto a la obra tomada como unidad, sino a la actividad de la empresa constructora como ente de acción permanente. En efecto, una empresa constructora acomete normalmente varias obras, cada una de las cuales se le presenta como un problema diferente a resolver, como fue indicado anteriormente. La empresa constructora deberá moverse simultáneamente en dos planos: requiere, como toda empresa, un establecimiento central para el manejo de sus negocios, para atender las labores administrativas y las tareas comunes como organización empresarial (administración y contabilidad, ingeniería y construcción, promoción y presupuesto, mantenimiento, relación con los suplidores y clientes, etc.), *su parte fija y permanente*; pero a la vez, debe desplegarse como empresa en cada obra, *su parte itinerante y breve*; debe funcionar simultáneamente como empresa constructora general y como la constructora de cada obra, como si se tratara de una casa matriz y sus filiales (Cf. Lovera, 1985; Angarita, 1990). De allí la importancia que toman las tareas de organización de la producción como fundamentales, esto se hace más relevante si se toma en cuenta que en cada obra hay que resolver los complejos problemas que plantea toda manufactura heterogénea, con su infinidad de procesos independientes que hay que poner en concierto para llevar a cabo con éxito cada construcción que se acometa.

Es por estas razones que hay que destacar que el manejo eficaz de la organización de la producción en su acepción más general y no sólo como manejo del proceso de trabajo, se nos presenta en esta rama como una de las tecnologías más importantes de poseer, más aún en una rama en la cual el camino principal del cambio tecnológico no es la inversión en capital fijo. De hecho, existen empresas que lo que venden son servicios de manejo sistemático de procesos de producción complejos, como la construcción. Al respecto Jorge Sábato ha insistido en tomar en cuenta la importancia todas las tecnologías implicadas en una determinada rama: "Si se divide en etapas el proceso generalmente complejo que permite producir y comercializar un bien o un servicio, se suele atribuir una tecnología a cada una de esas etapas y es así que es corriente hablar de

tecnología de estudio de mercado, tecnología de diseño y de cálculo, tecnología de «*lay-out*» y de montaje, tecnología de producción propiamente dicha (o de proceso), tecnología de distribución y venta, etc. En los trabajos académicos se suele asignar mayor importancia relativa a las tecnologías de proceso, pero ello no siempre es así en la vida real, y según sean las circunstancias, cualquiera de las otras tecnologías que intervienen pueden tener igual o mayor importancia que la de proceso" (Sábato, 1975: 209).

Esta consideración tiene no sólo importancia en relación a la fase de producción propiamente dicha sino a la fase de circulación del producto (Cf. Lovera, 1989), que requiere de un manejo adecuado de todo un conjunto de factores sin los cuales la producción puede toparse con problemas para su realización y continuidad.

Bajas barreras de entrada

Aunque con diferencias entre las sub-ramas de edificaciones y obras civiles, e incluso, dentro de ellas, lo predominante en la rama de la construcción son bajas barreras de entrada, dado que las exigencias económicas y tecnológicas para establecerse como empresa lo son, lo que se expresa en un predominio de pequeñas y medianas empresas y pocas empresas grandes. Eso es así tanto en los países de la periferia capitalista como en los países desarrollados. En ambos escenarios hay excepciones sobre todo en ciertas áreas del segmento de la construcción civil, donde hay la presencia de empresas de gran tamaño, algunas empresas transnacionales, aunque su número es reducido. Igual sucede, pero con menor intensidad, en el segmento de la producción de edificaciones, donde en cada país hay un número escaso de empresas de gran talla, medido por su capital o por su facturación anual.

En el caso de la sub-rama de producción de edificaciones, las barreras de entrada son relativamente bajas porque igualmente bajas son la inversión inicial y las exigencias tecnológicas. Esto hace posible la incorporación de una multitud de empresas pequeñas y medianas (incluidos trabajadores independientes), lo que le da una fisonomía a la sub-rama de producción de edificaciones de una enorme

dispersión empresarial y una escasa talla de empresas que predominantemente la conforman. Este no es el caso en la sub-rama de obras civiles, que en general es más exigente tecnológicamente y en la inversión en capital fijo (Cf. Angarita, 1990; Vitelli, 1976).

El carácter predominante de manufactura heterogénea que posee la rama de la construcción hace posible que muchas empresas no atiendan a la totalidad del proceso productivo sino que se especialicen en determinados sub-procesos de trabajo, diferenciándose por su campo de actividad las empresas que actúan como contratistas generales, de aquellas que actúan como sub-contratistas, en ambos casos esta clasificación se solapa con otro tipo de clasificación de las empresas según su capacidad productiva (medida por su monto de capital, el monto de las obras ejecutadas y la cantidad de personal fijo y contratado). Esta morfología de las empresas constructoras, que en la sub-rama de producción de edificaciones muestra un predominio de numerosas empresas de pequeña y mediana escala, con variados niveles tecnológicos dificulta de por sí la existencia de unidades de investigación y desarrollo dentro de ellas, ello sin contar con la posibilidad que da este mercado para ejecutar las obras mediante tecnologías muy variadas (Cf. Bolívar/Lovera, 1982; IDEC-IU-SEU, FAU, UCV, 1986; Angarita, 1990). Al analizar los caminos del desarrollo tecnológico de la rama de la construcción volveremos sobre este asunto.

Productos y Componentes de gran volumen y peso

La mayoría de los productos de la construcción -incluidos buena parte de sus componentes-, tienen gran volumen y peso, siendo en la actualidad y en la mayoría de los casos, la relación valor/peso muy baja. Ello determina radios de transporte de los componentes muy cortos y establece un límite al área de acción territorial de las empresas. Estas características de volumen y peso levantan obstáculos al almacenamiento y al transporte del todo evidentes (Cfr. Bode, 1972).

Aún cuando el desarrollo de los componentes livianos ha abierto posibilidades para relativizar la significación de estos factores, aquéllos siguen teniendo una importancia innegable en el conjunto de la rama, implicando límites

técnico-económicos que no se pueden ignorar, aunque la innovación podría abrir nuevas posibilidades para moderar esta característica, pero no se puede obviar que el volumen de la construcción, aunque sea con piezas más pequeñas, tiene que responder a las medidas del ser humano. Se pueden hacer radios, teléfonos y otros productos más pequeños, pero una edificación tiene que albergar a seres humanos que tienen su talla, o aeropuertos y carreteras que deben recibir naves o vehículos que deben permitir el traslado de gente cuyo tamaño no puede reducirse.

Baja Composición Orgánica del Capital

Aún en medio de la variedad de composición técnica entre unos sub-procesos de trabajo y otros, que ya fue indicada, la industria de la construcción presenta como conjunto y en promedio una baja composición orgánica del capital, entendiendo por ello que la proporción que divide el capital en su parte variable (valor de la fuerza de trabajo) y su parte constante (valor de los medios de producción), está por debajo de la composición orgánica del capital media de la economía, mostrándonos, por tanto, una rama intensiva en mano de obra.

Esta situación se presenta no sólo en las formaciones sociales subdesarrolladas que ocupan un lugar periférico en el circuito mundial capitalista. Tal hecho también se verifica en los países centrales altamente desarrollados, con la variantes del caso, y más allá de ciertas tendencias -lejos de generalización- en ciertos sub-procesos que en algunos países centrales se ven estimulados a la automatización (sobre el caso de Europa y Japón, Cfr. Salagnac, 1986; Muro, 1996; COTEC, 2000), lo que indica que en relación con los obstáculos con los cuales se topa el desarrollo de las fuerzas productivas en la rama de la construcción tiene razones que van más allá de la situación de los países con menor grado de desarrollo.

Debe retenerse, sin embargo, que en los segmentos o sub-ramas más importantes en que puede dividirse la construcción, edificaciones y obras civiles, la composición orgánica del capital difiere, siendo más intensiva en capital en el

segmento de obras civiles o infraestructura, aunque en general se mantiene por debajo de la media, con las excepciones de ciertas obras.

Significación de la Fuerza de Trabajo

Siendo la industria de la construcción una rama donde, como se sabe, predomina la mano de obra sobre los elementos constantes del capital, vale la pena destacar algunos factores que inciden en que esta característica perdure mucho más que en otras ramas. En efecto, la mecanización encuentra campo fértil cuando el costo de los salarios es relativamente superior al costo del capital fijo alternativo para una misma tarea o proceso, incluido en ese cálculo los costos de amortización de la maquinaria que tiene que sufragar la empresa constructora, que en su cálculo debe considerar adicionalmente las posibilidades de nuevas obras que justifiquen la inversión en equipo permanente.

Al lado de ello, encontramos que en la industria de la construcción predominan los bajos salarios -sobre todo en la mano de obra no calificada- y dadas las características mismas de la producción en la construcción, tal como se presentan en la actualidad, hacen que los trabajadores que fluyen a la rama estén sometidos a condiciones de trabajo más agrestes que las de la mayoría de la clase obrera industrial, esta situación se da tanto en los países capitalistas desarrollados, apoyados en buena medida en las condiciones de trabajo a las que son sometidos los trabajadores inmigrantes; como en los países subdesarrollados, sacando provecho de la abundancia de mano de obra, en las condiciones más extendidas de trabajo precario, en parte debido a la debilidad o ineffectividad de la organización sindical, en parte por las condiciones mismas del desarrollo capitalista de nuestras formaciones sociales que crean un ejército laboral de reserva particularmente abundante. Mientras sea posible mantener a la mano de obra en esas condiciones de trabajo y a costos bajos de remuneración, ello seguirá levantando obstáculos al desarrollo de las fuerzas productivas en la rama de la construcción. Es necesario, sin embargo, tener presente que el volumen y sobre todo las exigencias técnicas de cierto tipo de obras, puede moderar esta tendencia al uso generalizado de la mano de obra. Lo mismo puede pensarse si

llegaran a ponerse límites al trabajo precario, que se ha extendido en las últimas décadas (Cf. Iranzo/Richter, 2006).

Los fenómenos que tienden a perpetuar el peso de la mano de obra en la industria de la construcción, hay que matizarlos según las sub-ramas de que se trate, pues lo que adquiere una forma generalizada y radical en la construcción de edificaciones, es más moderado en la sub-rama de obras civiles. Si esta configuración factorial de la rama tiene una importancia innegable en nuestros países subdesarrollados, no hay que olvidar que se encuentra también presente, bajo otras formas e intensidades, en los países desarrollados, lo cual no deja de llamar la atención como elemento de análisis de las trabas que encuentra en todas las formaciones sociales el avance técnico en la rama de la construcción.

Las formas de contratación de la mano de obra de la construcción combinan distintas modalidades: salario por tiempo, salario por pieza o a destajo, formas mixtas de ambos, y sub-contratación de mano de obra, como hemos analizado en otros textos (Cf. Lovera, 1986, 1990.b). Fuera de una parte muy pequeña de los obreros de las contratistas generales que tienen una relación más estable con las empresas en las que trabajan, en general impera una condición de trabajo temporal, dado que se asume (incluso en la legislación laboral) que los contratos de trabajo son por obra determinada. En la construcción esto significa no toda la obra sino aquella parte de la misma para la cual han sido contratados los trabajadores y, por tanto, la relación laboral puede terminar cuando culminan las tareas que le habían sido encomendadas. Cada etapa de la obra es asumida como una unidad independiente, ratificando que el carácter predominante de manufactura heterogénea es asumido socialmente por todos los actores (empresarios, trabajadores, Estado).

La industria de la construcción puede considerarse entre las ramas que introdujeron tempranamente la flexibilización laboral mediante la sub-contratación, por diferentes razones: exigencias de las características de la división del trabajo que impera en ella; estrategia para reducir los costos salariales a prácticamente el tiempo de utilización productiva en las obras; variabilidad de los trabajos concretos que se ejecutan a lo largo de las obras. Ello no quiere decir que estas

modalidades no impliquen una precarización del trabajo en la rama, como ha sido analizado por diferentes autores (Cf. Mígueles, 1990; Lacabana, 1995; OIT, 2001; Iranzo/Richter, 2005), además de otros elementos diferentes a la contratación temporal que tienden a facilitarlos (trabajo a la intemperie, trabajo inseguro), como veremos de inmediato.

Trabajo a la intemperie

Una de las características de la rama de la construcción es que su labor debe realizarse a la intemperie. A diferencia de casi todas las ramas, a excepción de la mayor parte de la actividad agrícola y pecuaria, la construcción ejecuta su actividad sometida a las condiciones cambiantes del medio ambiente exterior. No es una producción que se realiza en plantas o galpones, por su propia naturaleza debe llevarse a cabo a descampado. Ello implica que está sometida a los cambios que se producen en los ciclos naturales (lluvias, vientos, etc.), y que debe incorporar a su proceso de producción estos imponderables. No se puede llevar a cabo un movimiento de tierra en medio del período de lluvias, éstas pueden interrumpir el proceso de producción en diferentes tipos de productos. En muchas obras de construcción e infraestructura la presencia de lluvias, vientos o mareas intensas impiden la continuidad de las obras. En síntesis, es una actividad que está sometida mucho más intensamente a los ciclos de la naturaleza, ahora más cambiantes por las mutaciones que ha provocado el calentamiento global y otros efectos de la actividad humana y productiva que han violentado el ecosistema y sus ritmos, que cuando se ignoran “la naturaleza toma su venganza”, según la metáfora de Rosenberg (Cf. Rosenberg, 1995; Beck, 1996, 2002).

Condiciones inseguras de trabajo

La rama de la construcción está considerada como una actividad peligrosa, dado la frecuente ocurrencia de accidentes de trabajo, incluso mortales. Buena parte de las características de la actividad de la construcción, particularmente la que se realiza en sitio (la empresa-obra, el *tajo*, según la expresión hispana), son fundamentales para explicar este asunto: la marcada variabilidad de sus sub-

procesos de trabajo; la importancia del trabajo manual; la ejecución de las obras por parte de numerosos sub-contratistas y hasta de trabajadores independientes y la intensa rotación de trabajadores y empresas que ello comporta; el establecimiento de relaciones laborales de trabajadores con empresas y otros trabajadores con los cuales no habían trabajado previamente; la presencia en ciertas etapas de las obras de equipos de trabajo con diferentes previsiones de seguridad del trabajo, incluso la posibilidad de que las operaciones de unos afecten a otros, etc. Todo ello comporta una gran variedad de fuentes de riesgos para el trabajo en la construcción.

Esto ha llevado desde hace tiempo al establecimiento de normativas relativas a la seguridad y la salud en el trabajo de la construcción y la comprensión que por sus características particulares, la construcción requiere de previsiones particulares por sus especificidades. Ello se refleja tanto en los convenios internacionales (el primero de ellos data de 1937, actualizado en 1988), como en recomendaciones específicas para la construcción en este ámbito (Cf. OIT, 1937, 1988, 1992), y en las diferentes normas y legislaciones nacionales y en los acuerdos obrero-patronales sobre este asunto (Cf. López-Valcárcel, 2004).

Crecientemente esta arista de la actividad de la construcción ha tomado relevancia en diferentes partes del mundo, tanto por las consideraciones que ello implica en cuanto a la condiciones de trabajo en la construcción, como por lo que supone en la competitividad de la construcción (Cf. De las Heras et. al., 1993; López-Valcárcel, 2004; Agencia Europea de la Seguridad y Salud en el Trabajo, 2005). Estas preocupaciones también se han hecho presentes en América Latina (Cf. López-Valcárcel, 2000; Panaia (Comp.), 1992; Panaia, 2004; Pucci, 2004, 2007). En el caso venezolano, la consideración de este asunto para la industria de la construcción ha sido menos atendida por los investigadores, pero hay exploraciones al respecto (Cf. Iturraspe/Lovera, 1999).

En los accidentes en la construcción hay varios elementos que destacan: que muchos están asociados a la persistencia de procesos de trabajo que al realizarse a la intemperie y con la concurrencia de grupos de trabajadores distintos (muchas veces con supervisores también distintos), requerirían de un planificación

de la producción que es precaria en cuanto a garantizar que ella se realice con menos riesgos laborales; que gran parte de ellos mismos se derivan de la ausencia de medidas adecuadas de protección y prevención, así como de una débil supervisión en lo que a condiciones de trabajo se refiere; que se requiere una mayor planificación que atienda estos asuntos tanto en la etapa de proyecto, como de ejecución; que una visión integral del problema requiere atender no sólo los más visibles de los accidentes sino las enfermedades que tardan en manifestarse (Cf. Iturraspe/Lovera, 1999; López-Valcárcel, 2004).

Una consideración especial requiere la tendencia a la flexibilización y precarización del trabajo que invade los más variados sectores productivos, entre ellos a la construcción (Cf. Lacabana, 1995; OIT, 2001; Iranzo/Richter, 2005; Pucci, 2004), y que incrementa las condiciones de riesgo en el trabajo de la construcción.

Las condiciones de trabajo inseguras y peligrosas en la rama de la construcción no pueden dejarse de lado cuando se consideran sus características porque inciden de muchas maneras en su operación. Muchas de las innovaciones en construcción están acicateadas por estas aristas (Cf. Slaughter, 1998 sobre los aditamentos de seguridad para los obreros de la construcción), que forman parte de la imagen que sobre la construcción se hace la sociedad, los trabajadores y las empresas potenciales de esta rama, uno y otro aspecto son asuntos que inciden sobre su desempeño (Cf. OIT, 2001).

Importancia del conocimiento tácito y las barreras a la conservación del conocimiento

En la industria de la construcción aunque no están ausentes las fuentes de conocimiento codificado, son de gran importancia las de conocimiento tácito. Ello se deriva de varias de sus características ya señaladas. Cada obra es singular, es un proyecto específico y con variables de ubicación particulares; tanto empresarios (o cualquier otro tipo de organizador de la producción) como trabajadores se enfrentan a un reto inédito, aunque haya ciertas regularidades que se deben atender (conocimiento codificado), la construcción supone muchas

incertidumbres que deben ser resueltas según la especificidad de cada obra, cuyas respuestas están supeditadas a una experiencia adquirida difícil de transmitir como no sea por haberse enfrentado a problemas similares, aunque no idénticos.

La discontinuidad y variabilidad de las operaciones de construcción es un rasgo característico de esta rama. La secuencia de su producción está siempre amenazada, no hay seguridad que tras una obra le siga inmediatamente otra, en cada segmento del mercado las empresas desarrollan distintas estrategias para que la continuidad no se interrumpa, pero ello está asociado a una infinidad de variables que no dependen sólo de la oferta sino también de la demanda.

Este rasgo de la construcción obliga a que la faceta permanente de la producción (la empresa constructora) no pueda generar sino muy precariamente un mecanismo permanente de conservación del conocimiento adquirido, porque su despliegue en las obras (empresa-obra) se ejecuta con obreros y sub-contratistas casi siempre diferentes. En estas circunstancias es difícil que se transmita el conocimiento aprendido de una obra a la siguiente. Sólo las empresas que logran una cierta continuidad y un plantel de trabajadores y empleados permanentes pueden hacerlo, pero esto no se presenta sino en empresas de gran talla y que logran diseñar una política de captación de clientes que les permitan mantener un núcleo de profesionales, técnicos y obreros y una organización capaces de acumular el conocimiento adquirido en cada uno de los proyectos ejecutados. Esto suele suceder sólo en grandes empresas, sobre todo en el segmento de las obras civiles y en algunas pocas de edificaciones, que como se sabe no es lo más frecuente en la rama de la construcción, donde predominan las empresas pequeñas y medianas, y cuya continuidad está casi siempre en riesgo, con las excepciones coyunturales que no reflejan la operación promedio de la rama.

En otra área donde el aprendizaje puede prosperar es en las empresas especializadas en ciertos sub-procesos de trabajo (algunas incluso empresas transnacionales que operan en el mercado mundial, sobre todo en el segmento de las obras civiles). En ciertos casos no es necesario que sean empresas de gran

tamaño, pero sí que al concentrarse en ciertos segmentos de las obras de construcción hagan posible una cierta continuidad de las operaciones y, por tanto puedan mantener estructuras organizativas y personal (profesional, técnico y obrero), que permita la acumulación del aprendizaje socio-técnico, en contraste con las empresas cuya continuidad de operaciones vive en la incertidumbre por la inseguridad de poder asegurar que la empresa (la faceta permanente de la misma), pueda contar con una secuencia de obras (la empresa-obra, la fase itinerante) que le permitan mantener una “cadena de formación”, la cual se interrumpe en las etapas recesivas de la rama, contrastando con las fases de crecimiento sostenido, que apuntalan no sólo la acumulación de conocimiento sino la introducción de innovaciones.

Estos aspectos han sido planteados por diferentes analistas (Cf. Bolívar/Lovera, 1982; Mígueles, 1990, Blázquez, 2005) para mostrar las barreras que encuentra la operación característica de la industria de la construcción para que sus empresas, con las excepciones ya señaladas, acumulen tanto conocimiento tácito, como codificado. Ello no quiere decir que estos procesos estén ausentes, sino que operan de una forma distinta, y que con frecuencia trasladan esos aprendizajes a ámbitos supra-empresariales (instituciones de formación, institutos de investigación, trabajadores independientes, etc.). Dadas las más pronunciadas fluctuaciones de la rama de la construcción respecto a otras ramas, tanto en las fases de crecimiento como de recesión (Cf. Palacios/Nicolescu, 1985; Palacios et. al, 1989), la dinámica del aprendizaje socio-técnico tiene períodos en los cuales puede prosperar en las empresas más estables, mientras que en otros depende para su mantenimiento e incremento de los ámbitos supra-empresariales.

Promotores y constructores

En la actividad de la construcción el rol de organizador de la producción suele estar desdoblada en dos funciones que a veces no coinciden en un solo agente. La promoción y la construcción. Es lo que Chemiller (1980) llamó el *Productor Primario* (Promotor) y el *Productor Secundario* (Constructor). El primero

ejerce el control económico, mientras el segundo ejerce el control técnico. Esas categorías de control económico y técnico ayudan a desentrañar la forma de operación de la actividad de la construcción, que han sido caracterizadas por Jaramillo (1981) de la siguiente manera: Por Control *Económico de la Producción* se entiende el dominio sobre los medios de producción desde el punto de vista económico, lo que implica poder desencadenar el proceso productivo, definir sus características y detentar la disponibilidad económica sobre el producto. Cuando hablamos de *Control Técnico de la Producción* nos referimos a "la capacidad de regular la puesta en acción de los medios de producción [y de la fuerza de trabajo], desde el punto de vista del proceso de trabajo" (Jaramillo, 1985: 35).

En la industria de la construcción la figura del promotor tiene precisamente las funciones inherentes al control económico de la producción. Es un agente que juega un papel central en la esfera de la producción. El hecho que se encargue de adquirir la tierra y realizar el producto no lo convierten en rentista o comerciante como elemento determinante, el promotor utiliza la propiedad de la tierra con fines capitalistas, buscando la realización y la acumulación y reproducción del capital. En la mayoría de los casos el promotor puede jugar el papel central en la producción debido precisamente a que controla la propiedad de la tierra y es capaz de reunir capital propio y ajeno para financiar la producción y la circulación (Cf. Topalov, 1974, 1975, 1979; Lovera, 1989; 1990.b.; Jaramillo, 2005).

De este conjunto de elementos se deriva que en la construcción ciertos agentes pueden controlar y desencadenar un proceso de producción concreto aún cuando no dirijan el proceso de trabajo. Esto tiene variadas consecuencias: las sobre-ganancias derivadas de la renta del suelo (y en ciertos casos de una productividad mayor en el proceso productivo), son apropiadas por quien tiene el control económico de la producción (y la propiedad sobre la tierra). De otra parte, a las empresas constructoras se les facilita un mercado más continuo porque los obstáculos de la base territorial y de buena parte del financiamiento son resueltos por otros agentes, que a su vez, al encargarse directa o indirectamente de la circulación hacen posible que la rotación del capital de las empresas constructoras sea más breve; es más, el promotor normalmente va pagando fraccionadamente

la mercancía que está produciendo el constructor, mediante el sistema de valuaciones de obra realizada (Cf. IDEC-SEU-IU, FAU, UCV. Equipo INCOVEN, 1989; Villanueva, 1989.b).

En efecto, si en términos de rotación del capital del empresario constructor, éste tuviera que soportar hasta el final de la obra para reponer mediante la venta el capital desembolsado, tendría que presentarse en la rama una importante concentración de capital, unos capitales individuales de enorme magnitudes, pero más bien lo que encontramos, fuera de excepciones muy particulares, son empresas con una media de capital menor al de otras ramas. El hecho es que aunque la rama de la construcción se encarga de la producción de productos de naturaleza discreta, el constructor presenta sus desembolsos como si se tratara de una producción continua. El repone su capital mediante la entrega parcial de la obra haciendo uso de valuaciones, una forma de venta anticipada del producto, presentándose en muchos casos que el capital realmente desembolsado por el constructor es menor que el capital dispuesto gracias al aporte del promotor. Para que esta forma de flujo de costos y pagos opere se requiere de la existencia de agentes que lo aseguren, de allí el papel del promotor y del financista (Cf. IDEC-SEU-IU, FAU, UCV. Equipo INCOVEN, 1989; Villanueva, 1989.b).

Estas categorías de control económico y control técnico de la producción, junto a las formas características del flujo de costos y pagos entre promotor y constructor, permiten analizar no sólo los casos típicos de la promoción inmobiliaria para la venta al mercado anónimo, sino también cómo el rol de promotor puede ser jugado por el cliente (Estado, empresas o unidades familiares), cuando contrata a una empresa constructora o trabajadores independientes para que realicen una obra que aquel requiere, asumiendo aquí también el papel de hacer rotar más rápidamente el capital del constructor, controlando económicamente la operación inmobiliaria.

La Forma de la Demanda

El carácter más o menos singular de cada proceso constructivo tiene una conexión con la forma que presenta en la actualidad la demanda de los productos

de la rama en la mayoría de las formaciones sociales. Persiste una demanda discontinua, con diferencias según el sub-mercado del cual se trate. Puede ser una demanda discontinua y dispersa, como es la de la vivienda, es decir, la demanda solvente fluctúa con los cambios en la estructura de distribución del ingreso, además que existen miles de demandantes muy dispersos y diversos en condiciones de pago y ubicación geográfica, más allá de los grandes sectores que permanecen, dado sus ingresos, imposibilitados de formar parte de la demanda solvente. En otros sub-mercados, el de las grandes obras civiles, la demanda se encuentra concentrada en pocos clientes, especialmente en el Estado, pero también es discontinua porque depende del presupuesto de gastos del sector estatal y de sus prioridades no siempre claramente determinables, y sujetas muchas veces a la discrecionalidad de los funcionarios públicos encargados de su establecimiento y ejecución. Un caso similar es el de las obras industriales para las empresas, sean privadas o públicas.

Esta situación de la demanda sería relativizable mediante planes de inversión a largo plazo para las diferentes sub-ramas (es el caso del Plan Nacional de Vialidad que se ejecutó en Venezuela), y/o mediante una planificación económica obligante para todos los sectores de la economía. Pero, en general, hoy no es así, por lo tanto en edificaciones como en obras civiles la continuidad está siempre amenazada.

Sumada a estas características de la demanda, buena parte de la producción funciona por encargos o pedidos que dependen de las necesidades y posibilidades siempre cambiantes de los demandantes, pero ello no tendría que constituirse en factor que gravitara con mucho peso en la rama, si no se sumara a otras características de la industria de la construcción, pues ramas como la de construcción aeronáutica, naval y de grandes maquinarias especializadas, funcionan con un régimen de pedidos sin que el desarrollo de las fuerzas productivas en esas industrias se haya topado con los obstáculos que ha vivido la rama de la construcción.

El Lugar de la Construcción en la Economía Nacional

La industria de la construcción es una rama de demanda final y con múltiples relaciones inter-sectoriales con el resto de la economía. Esto la hace muy sensible a todo lo que acontezca en el panorama económico, aparte de las razones ya anotadas al referirnos a su largo ciclo de producción, ello es así debido no sólo a su vínculo con aquellas ramas industriales con las cuales tiene conexiones, sino también con el aparato financiero -por el papel que juega éste en la construcción- y, muy particularmente con lo que tiene que ver con el Estado, cliente de primer orden y del cual emanan políticas y reglamentaciones que inciden directa e indirectamente en la actividad de la construcción.

La industria de la construcción es una rama que como parte de su producción genera una gran cantidad de bienes de capital fijo. Es en los países subdesarrollados es la actividad más importante en este renglón, dada la poca significación de producción de maquinaria y equipo en estas formaciones económico-sociales. El Valor Bruto de la Construcción constituye en la mayoría de los países subdesarrollados la mitad o más del Inversión Bruta en Capital Fijo (Banco Mundial, 1985: 19), sin hacer la distinción entre construcciones para el consumo productivo de aquellas para el consumo no-productivo. Al analizar este aspecto hay que tomar, sin embargo, la previsión de diferenciar en la cuenta de "Construcciones y Mejoras", que nos presentan las Cuentas Nacionales, la parte correspondiente a verdadero capital fijo y construcciones complementarias a la producción que implican su consumo productivo: construcciones y mejoras agrícolas, construcciones petroleras, mineras, viales, hidráulicas, edificaciones industriales y comerciales, etc.; de aquellas mercancías de consumo prolongado que no constituyen capital sino consumo no productivo: vivienda, edificaciones educacionales, médico-asistenciales, etc. (Cf. Villanueva, 1982).

En términos de relaciones inter-sectoriales, la actividad de la construcción muestra una importante capacidad para incrementar el producto ante un aumento de la demanda final, una gran capacidad de transmisión de sus efectos hacia las ramas de producción de bienes intermedios. En efecto, en los países subdesarrollados "se ha clasificado a la industria de la construcción entre los

cuatro primeros de veinte sectores económicos en lo que se refiere a los eslabonamientos intersectoriales" (Banco Mundial, 1985: 48; para el caso venezolano, Cf. Palacios/Layrisse, 1985; Baptista, 1985).

Precisamente por ese encadenamiento inter-sectorial, la rama de la construcción, así como se ve afectada por lo que acontezca en las ramas con las cuales tiene relación, arrastra tras su ciclo a aquellas actividades que tienen mayor conexión con ella, tanto en la expansión como en la recesión. Recuérdese, sin embargo, que las relaciones entre la rama de la construcción y el resto del Sistema Sectorial de la Construcción no son homogéneas. En los casos en los cuales la relación es casi exclusiva (industrias productoras de insumos para la construcción, por ejemplo), la simultaneidad de fluctuación del ciclo es mayor que en los casos de industrias que se relacionan con la construcción, pero en las que la rama de construcción no es su único mercado (industria del vidrio o de la madera, por ejemplo), o que tienen posibilidades de exportación.

En relación con el aparato financiero, la construcción tiene un requerimiento más intenso que otras ramas. No sólo para el reducido capital fijo, sino para el propio capital de trabajo y, en cierto tipo de productos, para financiar a largo plazo el consumo (en lugar destacado para edificaciones residenciales, pero también para otros renglones comerciales e industriales).

Impacto en el medio ambiente

La construcción es una actividad de impacto particularmente agudo sobre el medio ambiente. Su paradoja es que no puede haber construcción sin una afectación del entorno natural. Durante mucho tiempo no se reparó en este asunto, como no se hizo en otras ramas de la economía y de la producción. Imperaba la concepción según la cual la naturaleza proveería de manera indefinida los insumos para la actividad económica sin consideración de los ritmos de regeneración de los recursos naturales renovables y al agotamiento de los recursos naturales no renovables (Cf. Naredo, 1996; Jacobs, 1997; Leff, 1998.a, 1998.b, 2000, 2004), lo que ha estado asociado al patrón de producción

industrialista que se impuso en las variadas regiones geográficas y regímenes socio-políticos.

Estos asuntos han tomado importancia, con retraso, en las consideraciones de la actividad de la construcción, tratando se identificar los nudos críticos y las posibilidades de una actividad de la construcción sensible a sus variables ambientales (Cf. Instituto Juan de Herrera, 2006; Cilento, 1996, 1998, 1999, 2000; 2005, 2008; Acosta/Cilento, 2005). Estos asuntos tienen una importancia capital sobre las formas de operar y como estímulo a ciertas modalidades de innovación, como tendremos ocasión de mostrar en otras partes de este trabajo.

3.4.2. Los otros elementos del Sistema Sectorial de la Construcción

La producción de materiales y componentes

La producción de materiales y componentes constructivos es un conjunto diverso de formas de producción, por la variedad de sus productos como por que en su seno conviven todas las formas de división del trabajo: artesanía, manufactura orgánica, industria maquinizada e industria automatizada.

Una de las formas de clasificar los materiales y componentes constructivos es por familia de productos que sirven de insumos para el proceso de construcción (Cf., p.e., Bode, 1972), es la que se adoptó también para una investigación sobre empresas e insumos para la construcción en el caso Venezolano, en este caso focalizada a la producción de vivienda, pero cuyo principio metodológico es pertinente para otros productos de la construcción (Cf. Lovera (Coord.), 2005).

Las familias de productos fueron clasificadas en tres grupos: *Materiales Simples*: insumos naturales o fabricados que no han experimentado ninguna operación para darle forma y que se presentan con un aspecto granular, pulverulento o viscoso (p.e.: arena, cemento); *Semiproductos*: insumos constructivos que han recibido una forma que susceptible de ser empleado en la construcción, comúnmente unido a otros productos (p.e.: ladrillos, láminas); *Componentes*: insumos que han recibido una forma tal que han pueden ser incorporados directamente a la construcción de una obra (p.e.: paneles de

cerramiento, piezas sanitarias) (Cf. LUZ/UCV/ULA/UNET, 1999, 2001; Lovera (Coord.), 2005).

En el caso venezolano, y es también común en otros países latinoamericanos, predominan las pequeñas empresas y las micro-empresas de producción de insumos de la construcción. Ellas representan el 83% de las mismas, aunque en las empresas que producen ciertos insumos (cemento, productos metálicos) o componentes complejos, predominan empresas de mayor talla (Cf. Lovera (Coord.), 2005).

Otra clasificación posible es la de las empresas de producción de insumos para la construcción por su tipo de división del trabajo (artesanales, manufactureras e industriales). En este caso, siempre considerando sólo las destinan sus productos a la producción de vivienda, que con algunos ajustes se podría extender a la producción de edificaciones, no así para las obras civiles, la información disponible nos señala que más de la mitad (51%) tienen una división del trabajo manufacturera, 23% industrial y un significativo 21% mantienen una forma de producción manufacturera, un pequeño porcentaje tiene formas mixtas (3%) o no aportaron información (2%) (Cf. Lovera (Coord.), 2005).

En el segmento de las obras civiles las formas industriales y manufactureras son más significativas por las evidencias cualitativas, aunque no abundan las investigaciones al respecto, si bien por sus exigencias en términos de materiales y componentes, no es aventurado afirmar que es así.

La producción de maquinaria y equipo para la construcción

Es el ámbito en el cual se presentan los mayores niveles de industrialización e, incluso de automatización. En los países subdesarrollados la producción de maquinaria compleja es limitada, aunque se ha operado un crecimiento de empresas de producción de bienes de capital fijo. Es más importante la producción de herramientas menores que de maquinaria.

La dotación de maquinarias para la construcción depende fundamentalmente de la importación, lo cual la hace dependiente del fondo de

divisas disponibles, pero que en cualquier caso dependen de las prioridades de asignación de las mismas, variable según los países.

Desde este componente del Sistema Sectorial de la Construcción se transmiten un conjunto de innovaciones hacia la rama de la construcción propiamente dicha, toda vez que no sólo por los impulsos a introducir una mayor mecanización en el proceso productivo, sino también porque muchas tecnologías producidas para otras ramas encuentran un campo de aplicación en la construcción. En otros casos, porque las innovaciones radicales en la producción de maquinarias ensayan la posibilidad de ser aplicadas a la construcción hasta llegar a las incursiones de la robótica en este campo (Cf. Muro, 1996; Salagnac, 1986; COTEC, 2000, 2006).

La comercialización de materiales y componentes y maquinaria y equipo y de los productos de la construcción

Los productos de la construcción tienen muy variadas formas en la segunda fase de la circulación, la fase de venta, cuando el resultado del proceso productivo trata de encontrar un consumidor (mercantil o no).

Las formas de circulación en esta fase donde la mercancía busca mostrar su utilidad son variadas: venta a plazos, arrendamiento, arrendamiento con opción a compra (*leasing* inmobiliario), venta al contado, venta anticipada, cobro de tarifas por uso de los productos, concesión (Cf. Lovera, 1989; 1990.b.).

Estas diferentes formas de circulación están asociadas con el tipo de producto y la forma de la demanda, en algunos casos pueden presentar diferentes configuraciones, y algunas de ellas están marcadas por los patrones socio-culturales dominantes y/o por la promoción y gestión predominantemente estatal o privada, sobre todo en el caso de las fases donde los bienes de consumo colectivo son predominantemente gestionados por entes estatales o son entregados al sector privado (el péndulo se inclina al Estado o al sector privado, o a formas mixtas o variadas, haciendo intervenir a las comunidades organizadas en la gestión, según la coyuntura y las tendencias prevaletientes en cada período). No es el caso de los productos de la construcción de consumo individual (vivienda en

particular) donde las modalidades de circulación tienden a polarizarse entre la venta y el alquiler.

Esta segunda fase de la circulación donde el producto llega (o trata) de llegar a sus destinatarios se opera bajo diferentes formas, según modalidades desde las más simples hasta las complejas para intentar asegurar que el producto se realice, vale decir, que encuentre un destinatario que lo adquiera bajo diferentes modalidades (venta o alquiler, en la mayoría de los casos), pero también mediante otras modalidades en los casos de los bienes de consumo colectivo.

Producida una obra ella debe encontrarse con la demanda, y en esa operación hay variadas formas de hacerlo. Cada tipo de obra y cada mercado de destino mostrarán ciertas modalidades para que esta se lleve a cabo. En ciertos sub-mercados será más fácil que en otros la introducción de las innovaciones que faciliten el proceso. En esta esfera, la de la circulación en su fase de venta, se pone a prueba si la mercancía producida y la ganancia que lleva implícita podrá realizarse, es lo que Jaramillo ha insistido, inspirándose en Marx, como el “salto peligroso” de la producción a la realización, que no está asegurada de antemano (Cf. Jaramillo, 2004), como lo muestran los fenómenos que en ciertas coyunturas se presentan de edificaciones “frías” o de dilatada realización que antes que producir ganancias, pueden generar pérdidas o pasar a manos de los entidades financieras que les han dado soporte, que igualmente se encuentran con unos productos que no encuentran demanda efectiva en los lapsos que aseguren que las expectativas de los productores se hagan realidad, como lo muestran ciertos análisis (Cf. Cilento, 1990).

3.5. Las fuentes del conocimiento en la construcción

Se ha postulado como una herramienta de investigación el análisis de las formas de relación de un sector económico con las fuentes locales de provisión de conocimiento técnico. Para ello se ha planteado identificarlo mediante cinco sitios socio-cognoscitivos. Una exploración de este tipo se ha hecho con el caso de la industria petrolera (Cf. Vessuri, 2005). Basados en estos aportes teórico-

metodológicos se intenta explorar su pertinencia para el análisis de la construcción.

Los sitios socio-cognoscitivos de la construcción serían los siguientes: los conocimientos del circuito y de la rama de la construcción; el rol del Sistema Sectorial de la Construcción como proveedora de la rama; los operadores de la rama (empresarios y trabajadores); las instituciones de formación de profesionales, técnicos y obreros de la construcción; la investigación universitaria e industrial.

Los detalles de cada uno de estos lugares socio-cognoscitivos no los podemos desarrollar en este texto, requeriría una investigación más detallada. Para la investigación futura destamos que en el campo de la construcción el rol del conocimiento tácito es muy importante, por tanto, la formación convencional no basta, aunque es importante, debe ponerse a prueba en las obras, eso vale para toda la cadena de formación, desde ingenieros y arquitectos hasta el obrero de la construcción; que el tejido del Sistema Sectorial de la Construcción impacta a toda la cadena de producción, que el rol de los otros componentes de dicho Sistema Sectorial (materiales y maquinarias) impactan a la rama de una manera mucho más sustancial que en otras cadenas de producción, y que dado la configuración del Sistema Sectorial de la Construcción, la universidad y otros centros de I+D puede jugar un rol importante para fortalecer la capacidad tecnológica en todo el Sistema Sectorial, no sólo en el campo de formación profesional, cuya contribución ha sido básica y de larga tradición, sino en como punto de apoyo al fortalecimiento de la capacidad tecnológica de todo el tejido de la construcción, mediante las unidades de investigación e I+D que ha desarrollado, lo que supone una nueva óptica de los distintos actores, que en diferentes momentos de la historia reciente, no sin tensiones, pudieron ayudarse mutuamente (Cf. Cilento/Martín, 2007).

La construcción es un conocimiento ancestral, técnico desde antes que la ciencia la impactara y le creara pautas. Como pocos, aún hoy su forma de operar no está vedada a amplios sectores de la población que tomaron en sus propias manos la producción del medio ambiente construido más inmediato, la vivienda.

En nuestros países subdesarrollados la mitad del parque habitacional, a veces más, ha sido producido por los usuarios del mismo. Ello ha sido hecho no sólo con el conocimiento heredado sino como por las formas híbridas, que con frecuencia han sido menospreciadas, pero que están allí para mostrar su potencialidad si se generan los canales para aprovecharlas (Cf. Vessuri, 2004, 2008), producto del sincretismo tecnológico (Cf. Cilento, 1996), que es una forma de encuentro y mezcla de diferentes opciones de respuestas técnicas, y que permiten la asimilación y traducción de las técnicas de construcción por parte de los sectores excluidos (Cf. Rosas, 2005). Esos sectores han asumido lo que eran necesidades imperiosas de la forma que estaba a su alcance, por cierto, asumiendo cuando eran posibles las innovaciones a las que han podido acceder.

Otras necesidades constructivas no pueden en la actualidad ser atendidas de esa manera y las que hemos referido podrían evitar formas de trabajo precarizadas, como las de hoy.

Aunque la producción habitacional es el dominante en la trama urbana, las necesidades de construcción son mucho más amplias, tanto en edificaciones como en obras civiles. Para ello, es necesario impulsar una política de estímulo a la sinergia en el Sistema Sectorial de la Construcción para atender esas necesidades productivas. Impulsar a la rama de la construcción y al Sistema Sectorial que la contiene, que es mucho más variado, para que esta actividad pueda responder a sus retos, que parte de conocer mejor a la rama y al Sistema Sectorial de la Construcción en su conjunto, y los caminos que toma la innovación en este ámbito.

Innovación, cambio socio-técnico y construcción

El presente capítulo busca presentar los principales aportes que diferentes enfoques del análisis económico y social del cambio socio-técnico presentan como útiles para el análisis de los procesos de innovación en el Sistema Sectorial de la Construcción, así como las insuficiencias que dejan pendientes que habría que atender para una comprensión cabal de estos procesos en dicho Sistema.

No pretendemos una descripción exhaustiva de las teorías sobre innovación y el cambio socio-técnico que resultaría redundante dado que en la actualidad se cuenta con abundante literatura que presenta sus principales facetas y enfoques (Cf., entre otros: García, 1989; Freeman, 1974, 1993; Dosi et. al., 1993; Rosenberg, 1995; Vence, 1995; Salomon et. al (Comp.), 1996; Pirela (Ed.), 1996, 2003; Arocena/Sutz, 2003; Mercado, 2004; Rivera, 2005; Elster, 2006; Vessuri, 2007; Valenti et. al (Coord.), 2008; Thomas/Buch (Coord.), 2008). Nuestro objetivo es más modesto, señalar aquellos aspectos que son útiles para el análisis de la innovación en la construcción y los aspectos que para este análisis sectorial requieren considerar nuevos aportes, asunto que abordaremos en el siguiente capítulo. Aquí sólo se consignan aquéllos que provienen de los principales enfoques dominantes en la actualidad.

Entenderemos la innovación como cambios o novedades de cierta relevancia, que cuando se analizan en el ámbito técnico-productivo, que no es el único escenario donde se presentan, suelen diferenciarse en dos modalidades principales: de proceso y de producto, pero teniendo presente que no nos referimos únicamente a las innovaciones físicas sino también a las organizativas (Cf. Arocena/Sutz, 2003). De hecho, la definición de innovación que ha corrido con suerte en el campo de las teorías de la innovación, según la cual, la innovación es entendida como los procesos mediante los cuales las empresas dominan y ponen en práctica actividades de diseño y de productos y procesos que son nuevos para ellas (Cf. Freeman, 1974), resulta insuficiente, tal como ha planteado Pirela (2003.b: 28), dado que habría que entender la capacidad innovadora y competitiva

de las empresas como aquella que significa la “capacidad para reaccionar eficientemente ante los desequilibrios económicos, tecnológicos, organizativos y ambientales que se producen en su entorno, y aun para producir ellas mismas desequilibrios ante los cuales otras empresas se ven forzadas a reaccionar. Esa conducta puede incluir el diseño de productos y procesos nuevos, pero también otras actividades que, junto a estas dos, hemos denominado pasos del aprendizaje tecnológico, a saber: búsqueda de información especializada sobre alternativas tecnológicas, fabricación propia de partes y piezas, copia de productos y procesos, adaptación de productos y procesos” (sobre esta concepción más amplia de la innovación, Cf. también: Pirela (Ed.), 1996; Mercado/Testa (Ed.), 2001; Mercado, 2004).

4.1. Los estudios sobre innovación y sus corrientes

Los diferentes enfoques sobre economía de la innovación, así como de la sociología de la ciencia y de la tecnología los entendemos más que como alternativos como complementarios, coincidiendo con los argumentos de quienes sostienen la conveniencia de este encuentro sinérgico de las vertientes que desde la economía y la sociología han aportado a desentrañar su dinámica (Cf. Pinch/Bijker, 2008; Bruun/Hukkinen, 2008; Thomas, 2008). La presentación que sigue más que profundizar sobre los diferentes enfoques, necesariamente simplificada a los más emblemáticos, obviando muchos matices, sólo pretende mostrar las líneas gruesas de las ópticas del análisis de la innovación que han tenido mayor gravitación y cuyos detalles y controversias están recogidos en los textos ya reseñados, que permiten iluminar el camino del análisis de distintos segmentos productivos.

En dos terrenos principales se presentarán las indagaciones y los debates sobre innovación y cambios socio-técnicos. Uno en la arena del análisis económico, que se ha dado en llamar economía de la innovación, a pesar de albergar en su seno variantes enfoques y énfasis; otro que es el espacio predominantemente sociológico o de un conjunto de exploraciones que son conocidas como los estudios sociales de la ciencia y la tecnología que abarcan un conjunto de disciplinas, aunque, como se sabe, estos son recortes analíticos con

muchos vasos comunicantes. De hecho, cuando se revisa los textos que resumen sus hallazgos nos encontramos con una creciente visión transdisciplinaria.

4.1.1. Economía de la innovación

En el terreno propiamente económico, la innovación y el cambio tecnológico fueron integrantes incómodos del análisis económico convencional, predominantemente neoclásico, que consideró durante mucho tiempo a la tecnología como un factor exógeno de la dinámica económica. Las contribuciones de Abramovitz y Solow (cf. Rosenberg (Comp.), 1979) representarán un punto de inflexión del análisis económico de la innovación y la puesta sobre el tapete de la importancia de la innovación en el crecimiento económico y dio origen a nuevas exploraciones sobre el particular, como los trabajos de Nelson y Nelson y Winter (Cf. Pirela, 1996).

Estas preocupaciones dieron lugar a un esfuerzo para pensar la significación de los cambios tecnológicos como una variable fundamental del crecimiento económico, reivindicando el aporte, hasta ese entonces dejado en el olvido, de Marx y Schumpeter, así como la necesidad de analizar estos fenómenos a la luz de la historia económica (Cf. Vence, 1995; Rosenberg, 1995). De esta línea de reflexión surgiría una corriente conocida como evolucionista o neo-schumpeteriana, estando en lugar destacado la que ha liderado la llamada Escuela de Sussex (Cf. Vence, 1995; Rivera, 2005; Freeman, 1974), aunque hay otras contribuciones que se alinean en este enfoque (Cf. Pirela, 1996).

Esta corriente reúne las aproximaciones que le otorgan al conocimiento, a los procesos de aprendizaje y a la innovación un rol clave en la dinámica económica. Desde esta óptica se han introducido los conceptos de *paradigma tecnológico* y *trayectoria tecnológica* y, posteriormente de *sistemas tecnológicos* y *paradigma tecno-económico* y *sistemas de innovación* (Cf. Vence, 1995; Rivera, 2005; Bruun/Hukkinen, 2008; Freeman, 1993; Pérez, 2004).

Siguiendo la presentación que hace Thomas (2008) sobre los aportes de la economía de la innovación, una de sus contribuciones es la de destacar que el cambio tecnológico implica procesos de aprendizaje acumulativo. Hay diferentes

clasificaciones de los tipos de aprendizaje que se producen que podrían ser resumidos en los siguientes: aprender haciendo (*learning-by-doing*); aprender usando (*learning-by-using*); aprender interactuando (*learning-by-interacting*); aprender buscando (*learning-by-searching*), que a su vez están asociados con las diferentes clases de conocimiento: saber qué, saber por qué, saber cómo, saber quién (Cf.; Rosenberg, 1995; Lundvall, 1999; Casas/Dettmer, 2008; Thomas, 2008). Ya aquí se pone en evidencia que estas exploraciones de la llamada economía de la innovación se apoyan en desarrollos teóricos de otras disciplinas y no sólo de la economía. Algunos analistas (Cf. Rivera, 2005) diferencian entre la corriente de economía de la innovación (neo- schumpeteriana o evolucionista) de la corriente que pone en el centro al aprendizaje organizacional. Aunque en los orígenes de estas corrientes esa interpretación pueda ser legítima, lo cierto es que con el pasar del tiempo han tendido a encontrarse y retroalimentarse, bebiendo cada una de ellas de los aportes que originalmente provinieron de diferentes fuentes, pero crecientemente las incorporaron para enriquecer sus indagaciones.

Aunque el enfoque de la economía de la innovación ha privilegiado la consideración de los grandes innovaciones (radicales, revoluciones tecnológicas), las que han producido los grandes saltos tecnológicos y la emergencia de nuevos paradigmas tecno-económicos (Cf. Perez, 2002), ha ido incorporando a sus análisis perspectivas que reflejan las diferentes variantes de los cambios socio-técnicos. Esto se puede evidenciar en uno de los textos de Freeman (1993) donde se destaca “la necesidad de desarrollar una taxonomía de la innovación que reconozca la diferencia entre las innovaciones incrementales, innovaciones radicales, nuevos sistemas tecnológicos y nuevos paradigmas tecnológicos” (Freeman, 1983: 77-78).

La importancia de las innovaciones incrementales, en contraste con la visión schumpeteriana que le da preeminencia a las innovaciones radicales, es destacada por Rosenberg (1995) y desde América Latina por Katz (1976, 1990). Pero, además, las potencialidades de nuevas tecnologías, aunque sean radicales, requieren para establecerse de innovaciones complementarias y de procesos complejos que amplían sus aplicaciones a veces no esperadas por el grado tan

alto de incertidumbre que comportan, muchas de ellas son innovaciones incrementales o suponen una configuración híbrida de tecnologías viejas y nuevas, radicales e incrementales (Cf. Rosenberg, 1994).

Sobre algunos de los conceptos y nuevos desarrollos de los mismos volveremos más adelante para mostrar sus potencialidades y limitaciones.

4.1.2. Los estudios sociales de la ciencia y la tecnología

El enfoque de la economía de la innovación significó un avance para describir los cambios tecnológicos, pero no tanto “para analizar los procesos que están detrás de esos resultados” (Bruun/Hukkinen, 2008: 194). Para ello la sociología de la tecnología en sus diferentes vertientes aporta “un complemento para la economía evolucionista a la hora de explicar el cambio tecnológico” (Bruun/Hukkinen, 2008: 194).

Desde este punto de mira, destaca el debate entre determinismo tecnológico y determinismo social que, sin haber sido sancionado definitivamente, ha tendido a predominar una visión que pone su énfasis en la mutua y dialéctica influencia de los factores sociales y tecnológicos en las orientaciones que toman la estructura socio-económica (Cf. Smith/Marx (Ed.), 1996; Dagnino, 2008). Las derivaciones de teorías interpretativas referentes al cambio técnico vendrán posteriormente, como referiremos más adelante, algunas de ellas tributarias de los desarrollos de la sociología de la ciencia (Cf. Vessuri, 1994; Luján/Moreno, 1994; Aibar, 1996; Thomas/Buch (Coord.), 2008).

El enfoque conocido como *construcción social de la tecnología* en sus variadas vertientes enfatiza que los cambios tecnológicos están determinados por procesos sociales. Enfatizan, por tanto, que se trata no sólo de cambios técnicos sino *cambios socio-técnicos* (Cf. Bruun/Hukkinen, 2008; Pinch/Bijker, 2008; Bijker, 2008). Algunos plantean que los resultados del cambio socio-técnico poseen flexibilidad interpretativa, vale decir: que los grupos sociales implicados los definen e interpretan de manera diferente, lo que da a lugar a controversias, que si alguna (o una combinación) se vuelve dominante se produce lo que se llama la clausura, el debilitamiento de la controversia, dando lugar a paradigmas y trayectorias

tecnológicas de cierta permanencia (Cf. Bruun/Hukkinen, 2008). Para atender ciertos aspectos que requieren de una explicación más compleja se ha planteado la concepción de red de actores o tecno-económica, como la urdimbre que permite analizar el proceso de concepción hasta la distribución de bienes y servicios (Cf. Callon, 2008).

4.2. Algunos conceptos clave de las teorías de la innovación

Desde las fuentes de los enfoques que se centran en la economía de la innovación se han construido una serie de conceptos que, no ausentes de controversia, se han convertido en instrumentos teórico-metodológicos importantes para el análisis del cambio socio-técnico y la innovación. Nos referiremos a los más importantes, sin pretender ser exhaustivos sino mostrar la caja de herramientas analíticas con que se cuenta. También iremos introduciendo conceptos derivados del enfoque de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología que permiten enriquecer el análisis de lo que no sólo se refiere a cambios tecnológicos en sentido estricto sino su enlace con fenómenos sociales, que recomiendan entenderlos más bien como cambios socio-técnicos. Si en un primer momento ambas ópticas produjeron resultados de investigación por separado, la tendencia es hacia su confluencia, que muestra la potencia de un encuentro de este tipo (Cf. p.e. Mercado, 2003).

Hay diferentes presentaciones que intentan resumir los principales hallazgos de un conjunto de estudios sobre la innovación. Como punto de partida tomamos la presentada en un texto (Cf. Dosi et. al., 1993: 97 y ss.), que sintetiza bastante bien lo que para su momento se consideraban los elementos claves para entender el cambio tecnológico y, que visto a la luz de los desarrollos posteriores, se pueden considerar en gran parte como compartidos, más allá de ciertos debates que permanecen, además de nuevos aportes, que señalaremos más adelante, que contribuyen a llenar los vacíos o insuficiencias de estos aportes de la economía de la innovación.

Los elementos comunes que se derivan de los estudios de la innovación para entender el proceso de cambio tecnológico, son presentados como sigue en

el texto señalado (Cf. Dosi et. al., 1993: 97-98), que nos permitimos citar en extenso:

“Primero (...) el proceso innovador tiene algunas reglas propias que, por lo menos en el corto y mediano plazo, no pueden describirse como reacciones simples y flexibles a los cambios en las condiciones de mercado. La naturaleza de las tecnologías mismas es la que determina el rango dentro del cual los productos y procesos se pueden ajustar a condiciones económicas cambiantes, y las direcciones posibles del progreso técnico.

Segundo, el conocimiento científico –aun cuando puede explicar sólo una fracción del insumo del proceso innovador- desempeña un papel cada vez más crucial en la apertura de nuevas posibilidades de grandes avances tecnológicos.

Tercero, la complejidad creciente de actividades de investigación e innovación milita a favor de organizaciones institucionales (laboratorios de I&D, oficinas de diseño, laboratorios gubernamentales, universidades, etc.) como el ambiente típico para la producción de innovaciones, en oposición a los innovadores individuales.

Cuarto (...), una cantidad significativa de innovación y mejoramiento sucede a través del «aprendizaje por medio de la práctica» y generalmente «encarnado» en la gente y organizaciones (sobre todo empresas). Lo mismo puede decirse para la I&D, la cual está generalmente incorporada, y vinculada, a las actividades productivas de las empresas.

Quinto, a pesar de la creciente formalización institucional, las actividades de innovación e investigación mantienen una gran *naturaleza incierta*. Los resultados técnicos (y, más aun, los comerciales) de las actividades de investigación son difíciles de predecir *ex-ante*.

Sexto, el cambio técnico no ocurre al azar por dos razones principales: i] a pesar de variaciones considerables con respecto a variaciones específicas, las direcciones de los cambios técnicos están definidas frecuentemente por el grado de avance de las tecnologías que ya no se usan, y ii] la probabilidad de avances tecnológicos por las empresas, organizaciones e incluso países es, entre otras

cosas, una función de los niveles tecnológicos que éstas ya lograron. En otras palabras, el cambio técnico es, en gran medida, una actividad acumulativa”.

En la búsqueda de explicar la forma como opera el cambio tecnológico, Giovanni Dosi propuso el concepto de *paradigma tecnológico* (Cf. Dosi, 1982, 1984; Cimoli/Dosi, 1992; Dosi et.al., 1993). Inspirado en el planteamiento de Kuhn, (1992) sobre los paradigmas científicos, se propone que al igual que éstos, los paradigmas tecnológicos “incorporan un *punto de vista*, una definición de los problemas relevantes, un patrón de indagación. Un «paradigma tecnológico» define contextualmente las necesidades que se deben satisfacer, los principios científicos utilizados para la tarea, la tecnología material que se usará. En otras palabras, un paradigma tecnológico puede definirse como un «patrón» de solución de problemas *selectos*, basados en principios altamente selectos, derivados de conocimiento y experiencia previos” (Dosi et.al., 1993: 98).

Otros autores, entre ellos Carlota Pérez, quien lo propuso originalmente (Pérez, 1985), así como Freeman (1993) han preferido un concepto más amplio, como el de *paradigma tecnoeconómico* (Pérez, 1985, 2004), que respecto al propuesto por Dosi tendría “un sentido «tecnoeconómico» y organizacional más incluyente, para representar una suerte de *metaparadigma*, el cual abarcaría los principios fundamentales compartidos por todas las trayectorias individuales de un período” (Pérez, 2004: 32, nota 2). Dosi entiende el paradigma tecnoeconómico planteado por Pérez como similar a lo que él llama *régimen tecnoeconómico*, reservando su concepto original (paradigma tecnológico) al ámbito de microtecnológico (la de una tecnología en particular) (Cf. Cimoli/Dosi, 1992). Así define Carlota Pérez un paradigma tecnoeconómico: “un modelo de óptima práctica construido por un conjunto de principios tecnológicos y organizativos, genéricos y ubicuos, el cual representa la forma más efectiva de aplicar la revolución tecnológica y de usarla para modernizar y rejuvenecer el resto de la economía. Cuando la adopción se generaliza, estos principios se convierten en la base del sentido común para la organización de cualquier actividad y la reestructuración de cualquier institución” (Pérez, 2004: 41). Es obvio que este proceso no se produce de manera ni automática ni simultánea ni homogénea en

todos los sectores sino de forma desigual y combinada, de tal manera que cabe esperar que sus principios tecnoeconómicos y organizativos dejen lugar a diferencias entre sectores, aunque en el núcleo más dinámico marque el ritmo y produzca fenómenos imitativos aún en los sectores donde los nuevos parámetros tardan en hacerse dominantes (Cf. Pérez, 2004).

Asociado al concepto de paradigma tecnológico está el de *trayectoria tecnológica*, planteado originalmente por Nelson y Winter (1977, 1982), entendido como “el progreso tecnológico a lo largo de las transacciones de comercio, económicas y tecnológicas definidas por un paradigma” (Dosi et. al, 1993: 98), aunque los paradigmas y trayectorias se expresan con diferencias en cada sector de la producción. El concepto de trayectoria está asociado al carácter acumulativo de la tecnología que implica que su desarrollo y uso se requiere un proceso de aprendizaje que incluye una mirada de elementos económicos, sociales y culturales. Este concepto de trayectoria tecnológica adquirirá mayor riqueza cuando se incorpore a él no sólo su dimensión material sino su componente sociológico, que dará lugar a un concepto más amplio y con mayor capacidad explicativa: las *dinámicas y trayectorias socio-técnicas*, entendidas como “un conjunto de patrones de interacción de tecnologías, instituciones, políticas, racionalidades y formas de constitución ideológica de los actores (...). Este concepto sistémico sincrónico permite insertar una forma determinada de cambio socio-técnico (una serie de artefactos, una trayectoria socio-técnica, una forma de relaciones problema-solución, por ejemplo) en un mapa de interacciones” (Thomas, 2008: 248). Esto se relaciona con otro concepto fundamental para entender la dinámica socio-técnica, al entender que una trayectoria socio-técnica es un *proceso de co-construcción*, vale decir: de productos, de procesos productivos y organizacionales, de relaciones usuario-productor, de procesos de aprendizaje, etc. (Cf. Thomas, 2008).

Esto nos lleva a mostrar algunos de los conceptos, como el anterior, desarrollados desde la perspectiva de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología o mejor de estudios socio-técnicos, dado que crecientemente se alejan de los determinismos (social o tecnológico) (Cf. Pinch/Bijker, 2008;

Bruun/Hukkinen, 2008; Thomas, 2008), que resumen un largo camino de este tipo de exploraciones.

Estos enfoques toman muy en cuenta dos aspectos que serán centrales para sus propuestas teórico-metodológicas: en primer lugar, el carácter complejo y de múltiples determinaciones de los procesos de cambio tecnológico (Cf. Rosenberg, 1995; Vessuri, 1994); en segundo lugar, la necesidad de superar las polaridades deterministas (tecnológica o social), para lo cual se requiere abandonar “la representación analítico-estructural de la «tecnología» y la «sociedad» como dos entidades equivalentes, dos esferas de existencia independiente” (Thomas, 2008: 219). Todo lo cual lleva a la conveniencia de hablar de «lo *socio-técnico*», dado que el cambio no es sólo social ni puramente tecnológico sino una imbricación que ha sido expresada con la metáfora del «tejido sin costuras» de la sociedad. Para decirlo en la palabras de Bijker, “Lo técnico es socialmente construido y lo social es tecnológicamente construido” (Bijker, 1995, citado por Thomas, 2008: 219).

Esta óptica de abordaje socio-técnico ha dado lugar a diferentes acercamientos analíticos de los que han derivado nuevos conceptos para el analizar el cambio tecnológico o mejor el cambio socio-técnico.

Una de estas propuestas es la que enfatiza como camino el análisis de la dinámica tecnológica bajo el concepto de «*sistemas tecnológicos*», que “contienen componentes destinados a resolver problemas entremezclados, complejos. Son simultáneamente construidos socialmente y configuran la sociedad. Entre los *componentes* de los sistemas tecnológicos se encuentran artefactos técnicos (...), organizaciones (...), componentes usualmente catalogados como científicos (...), artefactos legislativos (...). Debido a que están socialmente construidos y adaptados para funcionar dentro de sistemas, los recursos naturales (...) también pueden considerarse artefactos de un sistema” (Cf. Hughes, 2008: 101-102).

La noción de artefacto tiene aquí un significado más amplio de cómo se lo entiende en términos físicos, también puede entenderse como no físico, como sería un artefacto organizativo. Ese conjunto de artefactos actúan sistémicamente. “Un artefacto –físico o no físico- funcionando como un componente de un sistema,

interactúa con otros artefactos, todos los cuales contribuyen directamente o a través de otros componentes, a una meta común. Si se elimina un componente del sistema o si sus características cambian, los otros artefactos en el sistema alterarán sus características de acuerdo a ello” (Hughes, 2008: 102).

Este concepto de sistemas tecnológicos enfatiza el carácter complejo e interactivo del proceso de innovación y, como ha sido señalado, permite una confluencia entre los enfoques de economía de la innovación con los provenientes de los estudios sociales de la tecnología (Cf. Thomas, 2008). Hay otros vasos comunicantes entre estos enfoques. “En el enfoque sistémico, las actividades de «transferencia» y «adaptación» aparecen asociadas, en un sentido similar al planteado por los desarrollos de la economía del cambio tecnológico que integran en un proceso interactivo innovación y difusión. Dado que un sistema usualmente requiere adaptaciones a las características de diferentes épocas y lugares, los conceptos de transferencia y adaptación están ligados. Esta ligazón, asociada al carácter socialmente construido de las tecnologías, conduce a la generación de formas de desarrollo tecnológico particulares: los estilos tecnológicos” (Thomas, 2008: 223-224).

Esta forma de abordar la dinámica del cambio socio-técnico, así como supone un avance respecto a otros conceptos y propuestas analíticas, presenta limitaciones para ciertos niveles de análisis de escala más reducida (Cf. Thomas, 2008).

Otro aporte desde los estudios sociales de la tecnología es el concepto de *redes tecno-económicas*, propuesto desde la llamada teoría del actor-red (Cf. Callon, 2008). Estas son entendidas como “un conjunto coordinado de actores heterogéneos –por caso, laboratorios públicos, centros de investigación técnica, compañías, organizaciones financieras, usuarios y gobierno- quienes participan colectivamente en la concepción, desarrollo, producción y distribución o difusión de procedimientos para la producción de bienes y servicios, algunos de los cuales dan lugar a transacciones de mercado” (Callon, 2008: 148).

Para comprender los componentes y las dinámicas de las redes tecno-económicas se proponen los conceptos de intermediarios (textos, artefactos

técnicos, seres humanos y las habilidades que incorporan, dinero; en la realidad no se presentan en estado puro sino como híbridos), actor (individual y colectivo) y de traducción (trabajo mediante el cual los actores modifican, desplazan y trasladan sus distintos y contrapuestos intereses) (Cf. Latour, 2001; Domènech/Tirado (Comp.), 1998; Thomas/Bush (Coord.), 2008) . Se sostiene que estas redes están organizadas alrededor de tres polos: “el *polo científico*, que produce conocimiento científico (...); el *polo técnico*, que concibe, desarrolla o transforma artefactos destinados a servir a propósitos específicos (...); el *polo de mercado*, que contiene usuarios que más o menos explícitamente expresan (producen) demandas –o necesidades- y trata de satisfacerlas” (Callon, 2008: 149-150).

Otro conjunto de conceptos asociados a lo que se ha dado en llamar la construcción social de la tecnología (que como hemos enfatizado se refiere a la co-construcción socio-técnica) permiten reconstruir y analizar diferentes trayectorias y resultados del cambio socio-técnico.

Pero lo más interesante de los más recientes abordajes en el campo de los estudios del cambio socio-técnico es la presencia cada vez más frecuentes de vasos comunicantes entre la economía de la innovación y la sociología de la tecnología, así como los esfuerzos analíticos para hacer germinar esta sinergia (Cf. Thomas, 2008; Bruun/Hukkinen, 2008). En diferentes estudios podemos constatar este empeño, que ha mostrado ser muy enriquecedor (Cf., p.e.: Vessuri, 2005; Thomas et. al, 2007; Thomas /Fressoli, 2009).

4.3. La innovación en diferentes conformaciones socio-productivas

Desde los primeros estudios bajo la óptica de la economía de la innovación se ha señalado la importancia de diferenciar el desempeño tecnológico según los sectores económicos. Es clásica la taxonomía propuesta por Pavitt (1984) y mantenida en los mismos términos años después (Cf. Dosi et. al, 1993), que trata de reflejar el hecho de que “hay marcadas diferencias entre sectores en su importancia como fuentes y como usuarios de tecnología, en el tamaño de las empresas innovadoras y en la distribución sectorial de las actividades tecnológicas

de acuerdo con los negocios centrales de las empresas (Dosi et.al, 1993: 104). “Las características de cada trayectoria tecnológica dependen de la fuente de la tecnología de proceso (internas o externas), del peso relativo de las innovaciones de las innovaciones de proceso y de las innovaciones de producto, de la dimensión relativa de las empresas innovadoras y de la intensidad y dirección de la diversificación tecnológica” (Vence, 1995: 241).

En dicha taxonomía se diferencian cuatro grupos principales de empresas/industrias: 1) dominadas por el oferente o los proveedores; 2) intensivos en producción: a) en escala; b) oferentes especializados; y 3) basadas en la ciencia. (Cf. Cuadro N° 3).

Cuadro N° 3

Trayectorias tecnológicas sectoriales: determinantes, direcciones y características

Categoría de empresa	Sectores típicos centrales	Determinantes de las trayectorias tecnológicas			Trayectorias tecnológicas	Características Medidas				
		Origen de la tecnología de proceso	Tipo de usuario	Medios de apropiación		Origen de la tecnología de proceso	Peso relativo innovación de producto o de proceso	Tamaño relativo de las empresas innovadoras	Intensidad y dirección de la diversificación tecnológica	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Dominadas por los proveedores	Agricultura Construcción Servicios privados Industria tradicional	Proveedores Servicios de extensión e investigación Grandes usuarios	Sensible al precio	No técnicos (Marcas, publicidad, diseño, etc)	Reducción de costes	Proveedores	Proceso	Pequeña	Baja-vertical	
Intensiva en producción	Intensiva en economía de escala	Materiales industriales (vidrio, acero). Ensamblaje (bienes de consumo duraderos; vehículos)	Productores I+D Departamento de Ingeniería	Sensible al precio	Secreto del proceso y "Know-how" Economías dinámicas de aprendizaje Patentes "Lags" técnicos	Reducción de costes (Diseño de producción)	Interna	Proceso	Grande	Alta-vertical
	Proveedores especializados	Maquinaria instrumentos	Diseño, y desarrollo. Usuarios	Sensible a los resultados	"Know-how" en diseño Conocimiento o de los usuarios- Patentes	Diseño de producto	Interna. Clientes	Producto	Pequeña	Baja-concéntrica
Basadas en la ciencia	Electrónico/ Eléctrico. Química	Ciencia divulgada I+D Departamento de Ingeniería	Mixta	"Know-how" en R+D Patentes Secreto del proceso Economías dinámicas de aprendizaje	Mixta	Interna Proveedores	Mixta	Grande	Baja –Vertical Alta Concéntrica	

Fuente: Pavitt , 1984; Dosi et al, 1993

Para mostrar los rasgos fundamentales que contiene esta taxonomía nos valemos de las que se presentan en una obra colectiva, de la cual el propio Pavitt es coautor (Cf. Dosi et.al, 1993), así como algunas consideraciones que sobre el particular realiza Vence (1995):

Sectores dominados por el oferente o los proveedores

Predominan en los segmentos tradicionales de la manufactura, en la agricultura, construcción de edificaciones, producción informal familiar y muchos servicios profesionales, financieros y comerciales. Empresas, en general pequeñas, con débil actividad de I+D y de ingeniería. Sus trayectorias tecnológicas están orientadas fundamentalmente a la reducción de costos. Sólo hacen una contribución menor a su tecnología de proceso. La mayoría de las innovaciones provienen de oferentes proveedores de bienes de equipo y materiales intermedios, también apoyadas por clientes mayores y servicios de I+D estatales.

En estos segmentos productivos “tienen una importancia considerable los procesos informales de aprendizaje tanto dentro de la empresa como en el conjunto de la industria, mediante la experiencia productiva y la difusión de información y destrezas” (Vence, 1995: 243).

Sectores intensivos en producción

El segundo sector que diferencia la taxonomía de Pavitt es el de las llamadas empresas intensivas en producción, vale decir: con una creciente división del trabajo y simplificación de tareas que posibilitan economías de escala, particularmente en procesos continuos de producción (materiales estandar o bienes duraderos y vehículos). Dentro de estos sectores intensivos en producción pueden diferenciarse dos segmentos: intensivos en escala y oferentes especializados.

Sectores Intensivos en escala

En el segmento de altas economías de escala se presentan innovaciones tanto de proceso como de productos. Sus departamentos de ingeniería de

producción son muy importantes para elevar la productividad, resolver problemas técnicos e introducir innovaciones. “La innovación en estos sectores presenta una similitud con el grupo anterior en la medida que se hace apelación a sectores proveedores de bienes de capital y que son muy importantes las diversas formas de aprendizaje relacionadas con el desarrollo y utilización de los mismos. Se diferencian de ese primer grupo porque suele existir una actividad formal de búsqueda y aprendizaje (I+D) en una dimensión importante, que interviene tanto en la generación de la innovación como en su difusión (Vence, 1995: 244).

Este tipo de características y trayectorias tecnológicas pueden ejemplificarse en la producción de cemento, vidrio, siderurgia, metalurgia, papel, vehículos así como también en otros bienes duraderos como electrodomésticos.

Sectores Oferentes especializados

El otro segmento dentro del grupo de empresas/sectores intensivos en producción es el llamado de oferentes especializados. En este caso la innovación se centra en productos, medios de producción y equipos de instrumentación y control destinados a otros sectores. Las trayectorias tecnológicas están orientadas fundamentalmente hacia el incremento en el desempeño de la innovación del producto, gracias a contar con conocimiento especializado en ingeniería para el diseño de maquinaria, equipos y sistemas, que se pone en acción con una relación estrecha con los usuarios para los cuales estos productos generan innovaciones de proceso. Aquí deben incluirse también la producción de máquinas-herramientas, vale decir: máquinas para fabricar máquinas.

Este tipo de trayectorias tecnológicas pueden encontrarse en las empresas dedicadas a la ingeniería mecánica, de instrumentos y de bienes de equipos específicos.

Sectores basados en la ciencia

Son empresas surgidas y que operan en segmentos productivos profundamente influidos por los avances de la ciencia (química, física, biología,

etc.), que se alimentan de las actividades de I+D de las propias empresas o de otras instituciones que realizan indagaciones sistemáticas en ciencia y tecnología.

En estos sectores las oportunidades tecnológicas son en general elevadas, aunque varían a lo largo de la trayectoria (...). La innovación se lleva a cabo mediante un esfuerzo de búsqueda formalizado (laboratorios de I+D) para explotar los conocimientos científicos básicos (Vence, 1995: 245). Ejemplos emblemáticos de este tipo de empresa/sector son la organizaciones de producción en las áreas de la química y petroquímica, del sector eléctrico/electrónico y más recientemente a la industria de biotecnología y nuevos materiales.

Utilidad y limitaciones de esta taxonomía

A pesar que sigue siendo útil este acercamiento taxonómico en la medida que pone sobre el tapete las diferencias entre segmentos productivos y sus diferentes trayectorias tecnológicas, debe tenerse presente que comporta peligros cuando no son sometidas a ajustes que relejen los incesantes cambios en la tecnología y en la estructura industrial, como se ha alertado (Cf. Freeman, 1998). De hecho, aunque se han mantenido las grandes categorías, los sectores típicos pueden haber migrado a otro lugar de la taxonomía o haber surgido nuevas ramas productivas. Iguales advertencias realiza Vence (1995), que sin menospreciar este tipo de acercamiento, señala sus limitaciones.

No debe ignorarse, sin embargo, aunque muchos autores han destacado la importancia de la diferenciación sectorial, la mayoría de los estudios se han concentrado en las industrias “glamorosas” y más intensivas en I+D y innovaciones radicales (Cf. Freeman, 1998), si bien no están ausentes las indagaciones en sectores económicos menos intensivos en innovaciones radicales, sobre todo en las décadas finales del siglo XX y la primera del siglo XXI, uno de cuyos casos, como veremos, es el de la actividad de la construcción.

4.4. Aprendizaje tecnológico y competitividad estratégica

Un análisis del desempeño tecnológico de las organizaciones productivas no puede centrarse únicamente en la existencia de unidades formalizadas de I+D.

Como han mostrado diferentes estudios tanto en países desarrollados como subdesarrollados, el cambio socio-técnico no se opera solamente en sus versiones más radicales sino que una de sus formas es la de innovaciones incrementales, que suponen un proceso que ha sido llamado de *aprendizaje tecnológico*, cuya significación fue puesta de manifiesto por diferentes autores (Cf. Rosenberg, 1995; Katz, 1976, 1990), y que a la luz de las nuevas indagaciones teórico-metodológicas debería ser llamado más bien *aprendizaje socio-técnico*, dado que es social y tecnológico al unísono, como lo expresa la metáfora de «tejido sin costuras», antes señalada elaborada por Hughes.

Para este enfoque, el aprendizaje tecnológico incluye: búsqueda de información especializada sobre alternativas tecnológicas; negociación y contratación de tecnología; desarrollo de nuevos productos; diseño de procesos y capacidad de diseño; adaptación o modificación de equipos y maquinarias; fabricación propia de equipos y partes (Cf. Pirela (Ed.), 1996). Esa visión será enriquecida en investigaciones posteriores (Cf. Mercado/Testa, 2001; Pirela (Ed.), 2000, 2005), Mercado, 1995, 2004; Pirela (Ed.), 2003).

Dentro de este acercamiento analítico, con un enfoque que fue pionero en América Latina, que partió del Área de Ciencia y Tecnología del CENDES de la UCV, se planteó la necesidad de pasar de los estudios de casos, que si bien aportaban muchos elementos relevantes, dejaban en la penumbra otros muchos, hacia indagaciones mesoeconómicas, que dieran cuenta de las dinámicas de los sectores y ramas económicas. Para ello este grupo de investigadores se propuso la realización de encuestas en las empresas que, gracias a una metodología estadística con técnicas multivariadas, permitiera la construcción de una tipología o taxonomía de empresas que reflejara su desempeño tecnológico.

A partir de este enfoque y esta metodología, propusieron una herramienta para evaluar el desempeño tecnológico de las empresas para “medir de manera integral los diversos elementos que forman la cultura y conducta de las empresas de un sector (...). Asimismo, debe vincular estos elementos con la competitividad general de cada empresa, de ese sector en particular y de un país” (Pirela (Ed.), 1996: 123). Como resultado de esta indagación, se produce un *Indicador de*

Competitividad Estratégica, que reúne un conjunto de variables que reflejan de manera directa o indirecta la capacidad innovativa de las empresas, lo que permite su clasificación, así como mostrar su desempeño tecnológico (que incluyen aspectos tecnológicos, organizativos y económicos).

Esta metodología fue aplicada en un primer estudio de la industria química y petroquímica venezolana (Cf. Pirela (Ed.), 1996), mostrando sus potencialidades como herramienta analítica, aunque también mostró sus limitaciones, que derivaron en un refinamiento en los instrumentos de análisis de estudios posteriores y la puesta en evidencia de la necesidad de incorporar otros elementos, entre ellos la variable ambiental. Posteriormente, este enfoque que había sido aplicado a la industria química y petroquímica en Venezuela y en Brasil, se plantea un nuevo reto: probar su aplicación en otros sectores industriales (metalmecánica, electrónica, construcción, ingeniería y consultoría), en particular a las empresas proveedoras de la industria petrolera venezolana (Cf. Pirela (Ed.), 2000, 2005).

Esta ampliación del ámbito de aplicación del enfoque a otros sectores económicos es acompañada con un enriquecimiento de las dimensiones que hay que analizar para la evaluación del desempeño empresarial, que se extienden a seis sub-conjuntos: tecnológico (Cf. Testa, 2000.b, 2005), económico (Cf. Torres et.al., 2000.a; García Larralde, 2005); organizativo (Cf. Torres et.al., 2000.b; Anasagasti, 2005); ambiental (Cf. Ortega, 2000; 2005); relaciones cliente-proveedor (Cf. Peña, 2000, 2005); y la cultura de información (Cf. Pirela/Abreu, 2000, 2005), cuyos detalles tanto metodológicos como analíticos están reseñados en los textos citados. Este ha mostrado ser un enfoque poderoso para el análisis de diferentes segmentos productivos.

Es interesante seguirle la pista a cómo este enfoque ha ido ganando en precisión y complejidad, que sus propios autores han ido reflejando en diferentes publicaciones (Cf. Pirela (Ed.), 1996; Mercado/Testa (Ed.), 2001; Pirela (Ed.), 2000, 2007), que ponen de manifiesto la necesidad de incorporar diferentes dimensiones, de refinar los instrumentos metodológicos y de construir una red de investigación transdisciplinaria, que se ha reflejado en algunas de estas

investigaciones con la incorporación de especialistas de otras disciplinas y de otras instituciones (Cf. Testa/Mercado, 2001; Pirela (Ed.), 2000, 2005). Existe una propuesta de modificaciones metodológicas para refinar el análisis (Cf. Testa, 2000.a).

El Indicador de Competitividad Estratégica ha ganado en riqueza y potencia analítica y es un instrumento valioso para desentrañar la dinámica del cambio socio-técnico, que como ha demostrado la investigación no se resume a las transformaciones más radicales, sino que en su operación rutinaria las empresas y otras unidades de producción muestran un aprendizaje socio-técnico que sin grandes aspavientos son también elementos fundamentales para entender cómo se producen las innovaciones.

4.5. Enfoque dominante en los estudios de la innovación

Aunque no puede sostenerse que los estudios sobre economía de la innovación y sociología de la tecnología han desconocido la variedad de situaciones que se presentan en la producción de bienes y servicios y en los procesos de cambio socio-técnico que la acompañan, no hay duda que se han centrado preferentemente en lo que se han llamado las llamadas en las industrias más emblemáticas y más intensivas en I+D e innovaciones radicales (Cf. Freeman, 1998).

Ya mostramos que muchos investigadores de los más variados enfoques del análisis de la innovación han planteado la necesidad de diferenciar el desempeño tecnológico sectorial (Freeman, 1974; Dosi, 1988; Cimoli/Dosi, 1992), pero si se revisan sus estudios encontraremos que su centro de atención son procesos productivos o artefactos tecnológicos en las ramas intensivas en investigación (automotriz, química, biotecnología, tecnologías de información y comunicación, etc.). Como hemos señalado anteriormente, se entiende ese énfasis porque son las áreas motrices en cada época de las grandes transformaciones tecno-económicas (Cf. Pérez, 2004), que arrastran tras de sí a buena parte de otros sectores donde el cambio socio-técnico es menos radical,

aunque buena parte de ellos se vean compelidos por las nuevas formas económicas e institucionales que irrumpen.

Ciertamente al generalizarse la importancia de los estudios sobre el cambio socio-técnico para entender la dinámica económica, social e institucional, crece el interés por aplicar estos esquemas analíticos a las variadas actividades y no sólo a las industrias motrices de las transformaciones más destacadas, pero sigue privando un énfasis en las innovaciones radicales, aunque se reconoce que las innovaciones incrementales son un terreno de cambio socio-técnico que no puede menospreciarse.

4.6. Teoría de la innovación y la construcción

Los diferentes aportes al análisis del cambio socio-técnico y la innovación aportan un piso para su consideración de la manera como este proceso se da en la actividad de la construcción.

Como hemos mostrado, hay un conjunto de enfoques e instrumentos teórico-metodológicos que son útiles para analizar una variedad de sectores de la producción de bienes y servicios.

Tanto los enfoques centrados en la economía de la innovación como aquellos que provienen de esa gama amplia de estudios sociales de la tecnología, permiten orientar la indagación de los procesos de innovación y el desempeño de las unidades productivas. La tendencia creciente hacia la retroalimentación de ambas orientaciones no hace sino abonar un camino prometedor para estos análisis.

El concepto de aprendizaje tecnológico es una herramienta que muestra mucha potencialidad para el análisis tanto de la rama de la construcción propiamente dicha como para el conjunto del Sistema Sectorial de la Construcción.

Las propuestas metodológicas que enfatizan la consideración del proceso de aprendizaje socio-técnico en múltiples dimensiones (económica, tecnológica, organizativa, ambiental, relaciones cliente-proveedor e información), que permite construir el Indicador de Competitividad Estratégica, podrían utilizarse eventualmente para analizar las relaciones inter-sectoriales entre la rama de la

construcción propiamente dicha y en el resto de los componentes del Sistema Sectorial de la Construcción, que funcionan para la primera como sus proveedores.

La importancia del mostrar las especificidades de cada sector y rama económica, que muchos analistas han enfatizado, se hace de evidente utilidad en una actividad como la construcción, donde, por una parte, la rama de construcción propiamente dicha presenta una división del trabajo característica (manufactura predominantemente heterogénea), una variabilidad pronunciada en productos y formas de producción, tamaño de las empresas, una continuidad en las operaciones mucho más frágil y un emplazamiento itinerante en el territorio, además de las características diferentes que muestran sus dos grandes segmentos: la producción de edificaciones y la producción de obras civiles. Por otra parte, el resto de los componentes del Sistema Sectorial de la Construcción, en lugar destacado las ramas productoras de materiales y componentes, y aquellas dedicadas a la producción de maquinaria y equipo, no sólo suplen de medios de producción a la industria de la construcción, junto con ello transfieren hacia ella innovaciones de distinta escala (desde radicales hasta incrementales), que obligan a una retroalimentación entre los requerimientos de la producción en sitio y la oferta de medios de producción con diferentes grados de sofisticación, donde no están ausentes también variadas formas de producción de insumos, sobre todo en los destinados a la producción de edificaciones. El análisis sectorial, por tanto, es crucial en el Sistema Sectorial de la Construcción, cuyos procesos de aprendizaje socio-técnico y de innovación están marcados por esta estructuración compleja de esta red socio-productiva.

Es claro que los procesos de interrelación de innovaciones entre los diferentes componentes del Sistema Sectorial de la Construcción no son privativos de él. Es un fenómeno común en muchos sectores productivos que establecen vasos comunicantes entre productores y empresas proveedoras de bienes y servicios, sólo que en el caso de la actividad de la construcción muestra en ciertos segmentos características contrastantes, procesos altamente industrializados y hasta automatizados que se articulan con una producción en sitio donde impera

una división del trabajo manufacturera (y hasta semi-artesanal), que merece una atención particular para explicar su desempeño y los diferentes caminos que toma la innovación y el aprendizaje socio-técnico.

Otro elemento que, por contraste, vale la pena destacar, y para lo cual los diferentes enfoques del análisis de la innovación nos pueden ser de utilidad, es la estructura característica de las empresas. Frente a unidades fijas que acometen la producción de bienes y servicios, en la rama de la construcción ésta se desdobra en su doble naturaleza (fija e itinerante), además sometida a una incertidumbre de continuidad de operaciones que se levanta como un obstáculo para la acumulación del aprendizaje socio-técnico y para que pueda contar con estructuras formalizadas y estables para ello (excepción de las grandes empresas de obras civiles y algunas en el segmento de la producción de edificaciones). Cómo, a pesar de estos obstáculos, se operan procesos de aprendizaje socio-técnico y de innovación es una labor que la investigación debe mostrar. Lo cual contrasta con los procesos de aprendizaje e innovación en otros segmentos del Sistema Sectorial de la Construcción, donde los análisis de los estudios sobre estos asuntos son de gran utilidad.

Durante mucho tiempo la industria de la construcción fue objeto de pocos análisis desde las teorías de la innovación, algo que empezó a cambiar en las últimas décadas. En ello influyeron diferentes factores, uno de ellos, es que se consideró esta rama como arcaica, artesanal, retrasada, respecto a lo que se estaba operando en otras esferas de la producción, que tomaron el camino de la división del trabajo industrial y más tarde automatizada. Se ignoró, como ya tuvimos ocasión de señalar, que la transformación de la división del trabajo es diferente en los sectores que parten de la manufactura orgánica y de la manufactura heterogénea. Al no verse reflejado el tipo de transformación productiva característica de la primera, se menospreciaron las transformaciones que se estaban operando en esta segunda modalidad, además de desconocerse que los procesos de innovación estaban sucediendo no sólo en la rama propiamente dicha sino en el conjunto del Sistema Sectorial de la Construcción,

muchos de ellos tributarios de las transformaciones cuyo origen son innovaciones en otras esferas de la producción de bienes y servicios.

Identificar y analizar esos caminos particulares por los cuales transcurre la innovación en el campo de la construcción es el objeto del siguiente capítulo, mostrando que los enfoques disponibles de las teorías de la innovación son útiles para ello, pero que el análisis sectorial es crucial para poder explicar las características distintivas de la innovación en la actividad de la construcción que comparte y difiere de las trayectorias de otros segmentos de la producción de bienes y servicios y que en algunos casos requieren de elementos analíticos e interpretativos adicionales.

La Innovación en la construcción: ámbitos y actores

5.1. La innovación en los sectores no intensivos en investigación

Aunque, como hemos señalado, la corriente dominante de las investigaciones sobre innovación se han centrado en los sectores donde se operan las transformaciones más emblemáticas, radicales y de mayor capacidad de producir efectos generalizados, los estudios de economía y sociología de la tecnología no han dejado de reconocer la existencia y pertinencia para el análisis de diferentes categorías de innovación más: innovaciones incrementales, innovaciones radicales, cambios sistémicos (o nuevos sistemas tecnológicos) y cambios de paradigma tecno-económicos (o revoluciones tecnológicas) (Cf. Freeman, 1983). En cualquiera de estas modalidades no se opera sólo un cambio técnico, supone una transformación organizativa e implica un proceso socio-técnico en su génesis y en su operación.

La emergencia de nuevos *sistemas tecnológicos* afecta a un sector en su conjunto o, incluso, hace posible el surgimiento de sectores nuevos, por la combinación de innovaciones incrementales y radicales en una nueva configuración organizativa. Una *revolución tecnológica*, por su parte, tiene un efecto sobre el conjunto de la economía y las prácticas socio-productivas, que introducen socio-tecnologías genéricas, correspondiente a un nuevo paradigma tecno-económico, que va más allá de los sectores motrices y tiende a difundir ese nuevo «sentido común» hacia diferentes ámbitos de la actividad económica, aunque lo haga de manera desigual, lo cual permite que en algunas áreas convivan diferentes formas de producción, aún con la hegemonía del paradigma tecno-económico imperante (Cf. Freeman, 1983; Pérez, 2004). Ambos procesos, uno más delimitado a ciertos sectores, otro más generalizado a toda la constelación del sistema socio-económico, actúan como escenario donde se producen las *innovaciones radicales e incrementales*, pero éstas requieren ser analizadas en su especificidad.

Resulta comprensible que los análisis de la innovación predominen en aquellos sectores donde se operan las transformaciones más radicales o en las mutaciones mayores del sistema socio-económico, ellas actúan como modelos de lo que cabe esperar en otros sectores donde el tipo de división del trabajo predominante (maquinizada o automatizada) y sus diversas configuraciones organizativas marcan las tendencias dominantes para buena parte de las empresas de bienes y servicios. Sin embargo, como la investigación ha mostrado, hay muchas diferencias sectoriales en el patrón de innovación, lo cual enfatiza la necesidad de los estudios a esta escala, para determinar las formas de combinación y el peso relativo de cada modalidad de innovación en cada sector. La fuente de la innovación, sus modalidades y los lugares donde se produce (en la empresa o fuera de ella) ha mostrado ser un tópico importante para entender las diferencias sectoriales. Se ha mostrado que aunque en ciertos sectores la actividades de I+D internas son claves, en otros muchos son importantes otras formas de aprendizaje tecnológico (Cf. Freeman, 1998; Porter, 2006).

Los estudios sectoriales pueden mostrar que aunque hay un patrón dominante que deriva del paradigma tecno-económico imperante en cada momento, las variantes entre sectores pueden ser claves para entender su dinámica innovativa. Se presentan configuraciones particulares en cada uno de ellos por la mutua influencia del paradigma tecno-económico dominante, por un nuevo sistema tecnológico que predomina en un sector, o por una combinación particular de innovaciones radicales e incrementales en ese segmento de la producción, provenientes tanto de la dinámica interna de las empresas como desde los sectores conexos que modifican su patrón productivo.

Es común la diferenciación entre sectores intensivos en investigación o de alta tecnología de aquellos donde la actividad de investigación es menos determinante en su patrón socio-tecnológico (Cf. Abbott, 2008). Una clasificación controversial toda vez que los sectores llamados de baja tecnología llevan en el seno de sus procesos de producción y gestión muchos de los aportes de los nuevos paradigmas tecno-económicos, sólo que bajo el cobijo de una organización socio-productiva marcada por su especificidad sectorial.

Las formas de aprendizaje socio-tecnológico y de operación pueden ser muy diversas, reflejando a su vez la diferenciación entre actividades que están presididas por la lógica científica aplicada a la producción (la industria química y petroquímica es un buen ejemplo), mientras en otros sectores es la lógica de solución de problemas (en el sentido de comunidad tecnológica) es lo dominante, aunque tales opciones productivas lleven implícitos conocimientos científicos que hacen posible opciones técnicas (es el caso de las obras de ingeniería y edificaciones).

Esto nos lleva a una forma de abordaje que pone su acento en los sistemas tecnológicos (Cf. Hughes, 2008), redes tecno-económicas (Cf. Callon, 2008), trayectorias y estilos de innovación y cambio tecnológico (Cf. Thomas, 2008) y en general la utilidad de la utilización convergente de diferentes enfoques de la economía y la sociología de la tecnología y la innovación (Cf. Vessuri, 1997; Bruun/Hukkinen, 2008; Thomas, 2008), que enfatiza la interacción entre actores y procesos, dejando atrás la visión lineal que fue dominante en los primeros estudios al respecto.

Este tipo de enfoques son particularmente útiles, aunque no sólo para ello, cuando, como en nuestro caso, se trata de entender aquellos ámbitos de la producción donde impera la orientación a la solución de problemas, típica de aquellos sectores donde predomina la organización por proyectos (ingeniería, arquitectura, particularmente, aunque no exclusivamente).

Vessuri (1997) ha llamado la atención sobre la necesidad de profundizar y caracterizar las formas de aprendizaje tecnológico en las prácticas tecnológicas. Ella, siguiendo la propuesta de Constant, identifica tres lugares (*loci*) o niveles sociales para la práctica tecnológica:

En primer lugar, la *comunidad tecnológica* (organizaciones e individuos) como lugar del conocimiento y la práctica ejecutada por las comunidades de practicantes, donde “la formación que se obtiene en el proceso de «aprender haciendo» típico de la tecnología resulta tanto o más importante que la educación formal. De allí la relevancia de la *práctica ocupacional*, con formas de interacción intensas y persistentes en el proceso tecnológico, y la *tradición cognitiva*

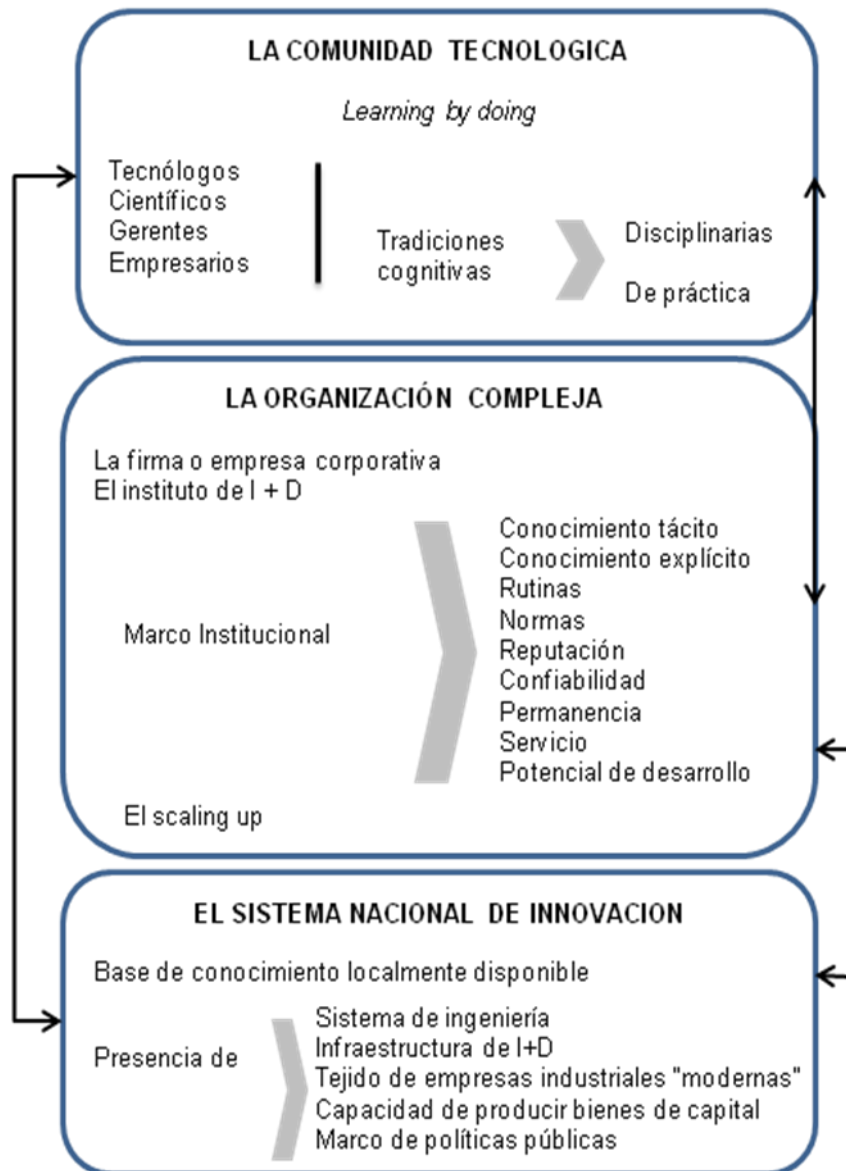
relacionada con esa práctica en el proceso acumulativo del aprendizaje” (Vessuri, 1997: 54).

Un segundo nivel de análisis “es el nivel institucional, que aparece como crucial tanto para la integración exitosa del conocimiento de las distintas comunidades tecnológicas como para el aprendizaje: el marco institucional sirve como medio en el cual el conocimiento explícito o tácito, codificado o no, se combina con rutinas, normas, hábitos y comprensiones mutuas para reducir los costos de información y aumentar la efectividad del proceso de aprendizaje” (Vessuri, 1997: 55-56).

El tercer nivel de análisis lo constituye el sistema tecnológico o sistema nacional de innovación. En este nivel se incluye “la base de conocimiento localmente disponible –explícito o tácito- corporizado en personas vivas, crítico a la innovación y a la capacidad de aprendizaje (...). La efectividad del aprendizaje varía en los diferentes sectores industriales” (Vessuri, 1997: 58-60) (Cf. Gráfico N° 4).

Gráfico N° 4

Los Loci sociales de la tecnología



Fuente: Vessuri, 1997. Basado en E. W. Constant II, 1987

Estos enfoques permiten no sólo mirar bajo otra óptica aquellos sectores menos estudiados por las investigaciones de la economía y sociología de la tecnología, sino también contrastar las teorías dominantes, formuladas a partir de la realidad de los países desarrollados, con las realidades de los países de la periferia capitalista (subdesarrollados o en desarrollo), lo cual “puede resultar particularmente fértil para entender ciertas dinámicas que suelen pasar desapercibidas en contextos con una mayor tradición industrial” (Vessuri, 1997: 50) o pueden ser “particularmente útiles para la comprensión de procesos de diseño, producción y utilización de tecnologías en América Latina” (Thomas, 2008: 218).

El caso de la actividad de la construcción es un terreno donde se puede poner a prueba tanto los estudios sectoriales que enfatizan en actividades no intensivas en investigación y dominadas por las comunidades tecnológicas, a la vez que pueden mostrar la importancia de contrastar las teorías generales, fundamentalmente formuladas desde los países desarrollados, en el caso de los países de la periferia capitalista, no para producir una teoría *ad hoc* para estas zonas, sino “porque el análisis de los fenómenos locales ha abierto la posibilidad de revisar críticamente las teorías disponibles, complementarlas y desarrollarlas más allá de sus primeras configuraciones” (Thomas, 2008: 261).

5.2. El entramado de la innovación y el cambio socio-técnico en la actividad de la construcción

Los elementos teórico-metodológicos anteriormente presentados nos sirven como herramientas para analizar más acertivamente el entramado de la innovación socio-técnica en la actividad de la construcción.

También nos son útiles para dar respuesta a muchas caracterizaciones equívocas sobre la construcción que han dejado de lado sus especificidades como sistema de producción no asimilable a la producción en serie sino a su modalidad por proyecto, así como a sus muchas peculiaridades, que ya hemos analizado en un capítulo precedente.

Lo que se pone de manifiesto es que la construcción, antes que ser conceptualizada como actividad rezagada desde el punto de vista tecnológico, requiere ser observada y analizada como un campo de la producción diferente, y cuyas formas de producción (y de innovación) están además fuertemente influidas por las condiciones de incertidumbre en la que opera desde el punto de vista micro, meso y macroeconómico (Cf., p.e. Palacios/Nicolescu, 1985; Lovera, 1985, 1989; Du Tertre, 1998; Palacios et. al., 1989; Cilento, 1998; Valecillos, 1998; Tangkar/ Ardite, 2000; Gann/ Salter, 2000; Taltavull, 2001; Panaia, 2004; Carassus, 2002, 2004; Blayse/Manley, 2004).

Todo esto apunta a la importancia a entender los procesos de innovación y la adopción de tecnologías en la construcción bajo una óptica socio-técnica. No se trata solamente de cambios en su dimensión físico-técnica. Las variantes son igualmente importantes en los arreglos organizativos y su respuesta a los parámetros socio-culturales y orientaciones político-institucionales que tienen una significación más dilatada porque sus productos (con diferencias en la enorme variedad de ellos) se convierten en parámetros que tienden a un patrón más lento de modificación dado que la permanencia de patrones socio-culturales sobre sus formas levanta resistencias (como las muy frecuentes a la vivienda en altura y/o prefabricada) (Cf. Barragán, 1978; Lovera, 1985). Pero además porque la estandarización de su producción (no así de sus componentes constructivos) no es tan fácil como en otros sectores de la producción por las propias características de la rama, generando dificultades (aunque no imposibilidades) para su estandarización y automatización (Cf. Piedrafita: <http://anmopyc.es>), no sólo por las razones socio-culturales sino aquellas propiamente técnico-productivas.

La innovación en una manufactura predominantemente heterogénea como la construcción toma caminos particulares. No basta analizar la rama de la producción del medio ambiente construido, la producción localizada (edificaciones y obras civiles) exclusivamente. Su dinámica de innovación no proviene solamente de lo que se conoce e identifica como la industria de la construcción, sino de una urdimbre más amplia sin cuya consideración y análisis no puede entenderse cómo opera el cambio socio-técnico y la innovación en la actividad de la construcción.

Ciertamente en ningún sector de la economía y la sociedad los procesos de innovación son solamente endógenos a cada uno de ellos, son el producto de sinergias e interacciones que van transformando y abriendo posibilidades insospechadas cuando surgen posibilidades de abordar los procesos productivos con herramientas o formas organizativas que no se habían atisbado hasta un determinado momento. En la construcción este proceso de impactos desde fuera de su esfera de producción localizada es más intenso probablemente por la complejidad de articulaciones que se reúnen en la obra y por su singularidad, así como por la modalidad de división del trabajo que estimula un encuentro frecuentemente sincrético de variadas fuentes de opciones productivas y organizativas, además de la constelación de agentes que deben reunirse y coordinarse para dar lugar a una construcción.

Aunque predominan determinadas modalidades de innovación en la construcción, las más frecuentes de carácter incremental, si no nos detenemos únicamente en el momento de la producción localizada del medio ambiente construido, podremos encontrar en su ámbito desde las más radicales hasta las más modestas, si bien no por ello menos importantes.

Nuestra consideración empieza por el panorama general de lo que ha sido llamado el Sistema Sectorial de la Construcción para posteriormente detenernos en los detalles de sus componentes.

5.3. El laberinto de la innovación en el Sistema Sectorial de la Construcción

Ya hemos referido que la construcción ha sido considerada como una actividad de baja intensidad de innovación. Ello ha sido así porque se esperaba que tomara el camino de la evolución de la manufactura orgánica a la de la producción maquinizada o industrializada, desconociendo los caminos diferentes que toma esta transformación cuando su punto de origen es una manufactura predominantemente heterogénea, más las adiciones que le aporta las otras características propias de la construcción. También porque sólo se han considerado los cambios propiamente físico-técnicos de la producción,

menospreciando las transformaciones organizacionales y la interacción que deriva en cambios socio-técnicos de enorme significación.

Si se toma la actividad de la construcción como conjunto, es decir, entendiéndola como una red de producción más amplia bajo el concepto de Sistema Sectorial de la Construcción, se podrá encontrar las diferentes modalidades de innovación que se producen en ese ámbito más amplio que sin lugar a dudas tienen un efecto sobre la producción localizada de edificaciones y obras civiles en el territorio.

Como hemos señalado, aunque el tópico de la innovación en la construcción tiene una larga tradición, particularmente en el debate sobre la industrialización de la construcción, que ya reseñamos en un capítulo precedente (Cf. Hernández, 1961, 1971; Cilento/Hernández, 1973, 1975, 1978, 1983; Chemiller, 1980, Blachere, 1977, 1978; Bender, 1976; Bode, 1972, Salas, 2000), desde finales de los años noventa del siglo XX y en lo que corre del siglo XXI han crecido exponencialmente análisis que tienen como centro la innovación de la construcción alimentados por enfoques provenientes fundamentalmente de la economía de la innovación que hacen aportes interesantes para esclarecer los mecanismos de la innovación en la construcción desde la óptica de los países desarrollados (Cf. p.e. Slaughter, 1993, 1998, 2000; Villar, 2001; Tangkar/Ardite, 2000; Koskela/Vrijhoef, 2000; COTEC, 1997, 2000; Blayse/Manley, 2004; Murcia, 2005; Sexton et. al, 2007; About, 2008; Carassus, 1997, 2002, Carassus (Ed.), 2004; Du Terre, 1998; Gann/Salter, 2000; Bayse/Manley, 2004; Del Cano/De la Cruz, 2006).

En América Latina destacan algunas investigaciones que han tomado explícitamente a la innovación de la construcción como su centro de análisis, como los estudios pioneros sobre estos temas en nuestro Continente sobre el caso argentino (Cf. Vitelli, 1976, 1978) y venezolano (Barragán, 1978), y otros que posteriores han seguido en esa línea de investigación (Cf. Lovera, 1985; Cilento, 1996, 1998). Ello sin menospreciar otros aportes, además de los ya reseñados, que al estudiar la actividad de la construcción, sus componentes y relaciones han ayudado a poner en claro la dinámica del cambio socio-técnico y la innovación en

la construcción desde una perspectiva latinoamericana (Cf. Pradilla, 1974; Jaramillo, 1981, 1982, 2009; Bolívar/Lovera, 1982; Lovera, 1989; 2005.a; IDEC-SEU-IU, FAU, UCV, 1986.a., 1986.b, 1987, 1988, 1989; Cilento, 1985; Ziccardi, 1991, 1994; Connolly, 1988, 1997, 2007; Schteingart, 1989; Lungo/Oporto, 1996; Panaia, 2004, Panaia (Comp.), 2000, 2002).

Aunque el concepto de innovación es muy debatido, en la mayoría de los textos que exploran la innovación de la construcción se acepta como pertinente el que ha planteado Slaughter (1998), a partir de la definición que propuso uno de los más destacados investigadores de los estudios de economía de la innovación (Cf. Freeman, 1975), según la cual la innovación es entendida como *el empleo efectivo de un cambio no trivial y la mejora de un proceso, producto, o sistema que es nuevo para la institución que desarrolla el cambio*. Se pueden encontrar otros atributos complementarios, pero todos aceptan esta definición como el corazón explicativo fundamental de la innovación.

Como señalamos en el capítulo anterior, los hallazgos y propuestas teórico-metodológicas de las diferentes corrientes del análisis económico y sociológico de la innovación son útiles para un análisis sectorial, en este caso el de la construcción. En la búsqueda de determinar su pertinencia y las necesarias consideraciones particulares para el análisis de la producción del medio ambiente construido, diferentes autores destacan diferentes taxonomías o dimensiones de la innovación útiles para el análisis sectorial, como la formulada por Freeman (1993), que diferencia entre innovaciones incrementales, innovaciones radicales, cambios sistémicos o nuevos sistemas tecnológicos, y cambios de paradigma tecnoeconómico o revoluciones tecnológicas; la propuesta por Higgins (Cf. Tangkar/Ardite, 2000), que diferencia entre innovación de producto, proceso, mercadeo y gerencia; y otras muchas que se ocupan de la complejidad o no de las innovaciones, el nivel del cambio implicado (continua o discontinua), sus encadenamientos (autónoma o sistémica), el ciclo de vida de la adopción de la tecnología, entre otros (Cf. Tangkar/Ardite, 2000).

De todos los trabajos que hemos tenido ocasión de revisar que tienen como su foco en la innovación de la construcción, destaca una de las interpretaciones

más agudas de este proceso que se la debemos a Sarah Slaughter (1998), investigadora del MIT, que a partir de este texto y otros anteriores y posteriores (Cf. Slaughter, 1993, 2000) planteó un esquema de las diferentes modalidades de la innovación en la construcción que responden a la magnitud del cambio del estado del arte asociado a la innovación y al acoplamiento esperado de la innovación a otros componentes y sistemas (Cf. Slaughter, 1998). A pesar de los años que han pasado desde su publicación sigue siendo una referencia obligada en escritos sobre innovación de la construcción en los inicios del siglo XXI, lo cual indica que mantiene su vigencia como esquema interpretativo, de allí que lo adoptemos como pertinente para nuestro análisis, al considerarlo el esquema más amplio y potente de los que hemos tenido ocasión de examinar. Con todo, sus consideraciones deben ser ampliadas con los aportes de otros autores y nuestras propias acotaciones, que permiten explorar o enfatizar otras aristas, que hacen posible combinar este esquema con otros componentes del funcionamiento del Sistema Sectorial de la Construcción los cuales acrecientan la perspectiva de análisis y permiten entender mejor su operación.

La exploración de Slaughter parte de la diferenciación entre el patrón de innovaciones que se presentan en la industria manufacturera, en nuestros términos de la manufactura orgánica y de su evolución hacia la producción en serie (maquinizada o automatizada), y las que se presentan en la construcción que, como ella señala, pueden proporcionar indicaciones de cómo los modelos y teorías de la innovación prevalecientes (se refiere fundamentalmente a los propuestos por las corrientes de la economía de la innovación), deben ser modificados para reflejar las peculiaridades de la construcción (Cf. Slaughter, 1998).

Las características de la construcción que ella destaca se alinean con lo que ha reflejado la investigación sobre este asunto, que hemos delineado con anterioridad, pero que resumimos para que se tenga claro las premisas de las que parte su análisis en el texto al que hemos hecho referencia (Cf. Slaughter, 1998).

Las actividades relacionadas de la construcción y el análisis de las modalidades de innovación en ella deben tener presente los siguientes elementos:

- Los productos de la construcción son en general grandes, complejos y duraderos. Son producidos por una alianza temporal de organizaciones dispares.
- La escala física de los componentes y su ensamblaje establecen ciertas coacciones operacionales que afectan el desarrollo y el empleo de innovaciones (son realizadas fundamentalmente en la ubicación final de la obra que establece ciertas limitaciones, aunque su fuente puede provenir de otras ramas conexas o no con la industria de la construcción).
- La complejidad (y heterogeneidad y variabilidad, agregamos nosotros) introduce otra coacción operacional sobre el desarrollo y el empleo de innovaciones. Se produce un encuentro de componentes y sistemas diferentes cuya articulación no es fácil y produce con frecuencia desencuentros y dificultades para acoplarse, además que deben responder a una ubicación geográfica particular.
- Las construcciones, a diferencia de buena parte de los productos manufactureros e industriales, son de consumo prolongado, por lo cual las innovaciones no sólo deben ser evaluadas en su instalación original sino en un tiempo mucho más prolongado.
- El contexto organizacional es también muy diferente entre la manufactura y la industria convencional respecto a la construcción. En general, las innovaciones en la construcción se producen mediante una alianza temporal entre organizaciones independientes que establecen una concertación para un proyecto que una vez concluido se disuelve. Además se da la separación del diseño y producción, así como la participación de diferentes organizaciones. Agregaríamos que como efecto de esta configuración, la acumulación de aprendizaje socio-técnico se ve seriamente comprometido como resultado de esta articulación de alianzas temporales de organizaciones que tienen una alta tasa de mortalidad (aunque hay diferencias entre el segmento de edificaciones y obras

civiles, y entre las empresas grandes y las de mediano y pequeño tamaño). Igualmente, es necesario enfatizar como una característica organizacional de la construcción el predominio de organización de la producción bajo la modalidad de proyecto, que ha dado lugar a varias investigaciones donde se enfatiza este aspecto (Cf. Gann/Salter, 2000; Blayse/Manley, 2004; Botero, 2008).

- Los modelos de innovación en la construcción también están influidos por el contexto social y político, que cuentan con una regulación que establece posibilidades y restricciones a la innovación.

A partir de este contexto pueden entenderse mejor los modelos de innovación en la construcción, que presentan convergencias y divergencias con otros sectores de la producción de bienes y servicios.

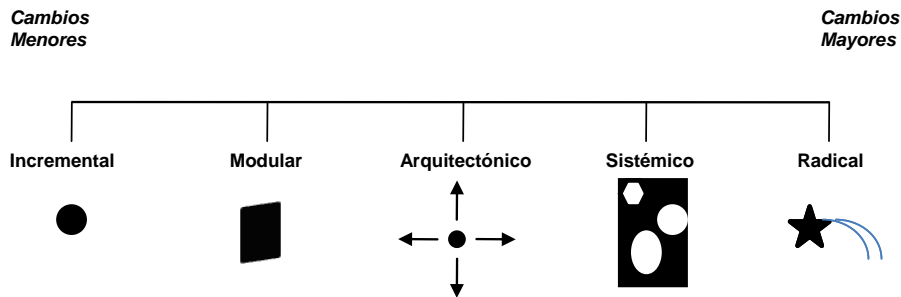
5.4. Las rutas de la innovación en la construcción

Siguiendo el análisis de Slaughter (1998) describimos a continuación los cinco tipos o modelos de innovación en la construcción que ella identifica, a partir de dos principios: la magnitud de los cambios del estado de arte asociado con la innovación, y los acoplamientos esperados de la innovación a otros componentes y sistemas.

En la identificación de los cinco tipos de innovación de la construcción, hace uso de una escala que va de las innovaciones más modestas (incrementales) hasta las más revolucionarias (radicales), con una serie de modalidades intermedias. Las categorías de innovación en la construcción que propone son las siguientes: incremental, modular, arquitectónica, sistémica y radical (Cf. Gráfico N° 5)

Gráfico N° 5

Modelos de innovación en la construcción



Fuente: Slaughter, 1998

Hagamos un repaso de estos modelos o tipos de innovación en la construcción, tal como los plantea Slaughter (1998) sin olvidar que se pueden presentar simultáneamente y que unos no excluyen a los otros y en ciertos casos sus límites no son tajantes. De igual manera, esta autora nos recuerda la variedad de fuentes de la innovación en la construcción: organizaciones de investigación y desarrollo (I+D) (universidades, centros de investigación, laboratorios de ensayos), fabricantes y proveedores de materiales, componentes y equipos, diseñadores, contratistas, trabajadores, propietarios de las obras y sus usuarios. Fuentes que pueden estar dentro o afuera de las industrias relacionadas con la construcción.

La *innovación incremental* es entendida como pequeños cambios, basados en el conocimiento corriente y la experiencia. Es reconocido como el tipo de innovación más frecuente en la construcción sobre todo en industria de la

construcción propiamente dicha. Aunque no modifican sustancialmente el proceso productivo, introducen mejoras menores (sistematización de operaciones que reducen el tiempo de ejecución o reducen los residuos).

La *innovación modular* es entendida como un cambio significativo del concepto dentro de un componente, pero dejando inalteradas las articulaciones con otros componentes o sistemas. A veces proviene de las industrias de materiales y componentes, o de la de maquinaria y equipo, lo que permite una mecanización mayor de ciertos procesos o sub-procesos de trabajo o la posibilidad de componentes más complejos, pero sin alterar sustancialmente las rutinas (suministro de concreto pre-mezclado en vez de preparado en obra; colocación de cerramientos pre-fabricados). Los acuerdos entre los participantes son mínimos y fáciles de adoptar.

La *innovación arquitectónica* representa un pequeño cambio dentro de un componente, pero que implica un cambio principal de los eslabones a otros componentes o sistemas. Generalmente proviene de ejecutantes en la rama, de innovaciones en la forma del producto, de los contratistas o subcontratistas de alguno de los sub-procesos de trabajo o en menor medida de proveedores o fabricantes de componentes o equipos. Al cambiar las rutinas de la producción requieren de acuerdos más amplios entre los participantes en el ensamblaje de la obra (es con frecuencia el caso de ciertas construcciones pre-fabricadas en las cuales el proceso de producción debe ser rediseñado, lo cual obliga a una reorganización de la producción e implica cambios en las operaciones ejecutadas para dar lugar a la obra y, por tanto, mayores cambios en el rol de los ejecutantes).

La *innovación sistémica* se produce por la integración de múltiples innovaciones independientes que deben trabajar juntas para realizar nuevas funciones o mejorar el funcionamiento de la obra en su conjunto. Proviene generalmente de innovaciones de componentes y equipos que suponen una reorganización amplia del proceso productivo, aunque pueden originarse en varias fuentes que permitan una articulación en la obra. Requiere de un trabajo de articulación tanto de innovaciones como de ejecutantes (es el caso de muchos de

los sistemas de pre-fabricación abierta o sistemas mixtos que demandan compatibilizar elementos que cambian la operación de la obra en su conjunto).

La *innovación radical* significa una brecha en la ciencia y/o la tecnología que a menudo cambia el carácter y la naturaleza de una rama. En algunos casos, su origen ha sido el propio campo tecnológico por la introducción de nuevos métodos constructivos que abren posibilidades de cierto tipo de obra, aunque no estuvieran aún dilucidados los principios científicos que los sustentaban, pero que por experimentación y ensayo y error han mostrado su viabilidad. En los casos más recientes, la interfase ciencia-tecnología ha sido clave para producir innovaciones radicales. Es interesante constatar cómo tras cada revolución tecnológica, encontramos la presencia de un impacto en el campo de las infraestructuras (nuevas o redefinidas), es decir en el segmento de las obras civiles y en ciertos casos en la producción de edificaciones, por efecto de la aparición de nuevas tecnologías e industrias nuevas o redefinidas, productos de las transformaciones radicales en la producción de materiales y componentes o de la maquinaria y equipo (Cf. Pérez, 2004). En la construcción encontramos tanto este tipo de efectos derivados como con innovaciones radicales en su propia operación (como las posibilidades que abrieron el concreto armado o la robótica aplicada a la construcción).

Estos modelos o modalidades de la innovación de la construcción permiten una lectura de ellas que ilumina diferentes determinantes para que se hagan presentes o para que sean estimuladas en los proyectos concretos. A partir del esquema presentado se puede identificar las diferentes actividades necesarias para la implementación de cada tipo de innovación: el momento en el desarrollo del proyecto, el tipo de coordinación que requiere del equipo de proyecto, el tipo de recursos necesarios, el nivel de supervisión organizacional que implica, el tipo de supervisión y las competencias de supervisión necesaria para cada una de estas modalidades de innovación. Estos aspectos son resumidos por Slaughter (1998: 230) de manera sinóptica (Cf. Cuadro N° 4).

Cuadro N° 4

Actividades específicas para la implementación por tipo de innovación

Tipo de Innovación	Momento de compromiso	Coordinación interna del equipo de proyecto	Recursos especiales	Nivel de supervisión organizacional	Tipo de supervisión	Capacidad de supervisión
Incremental	En cualquier momento	Ninguno	Ninguno	En el lugar donde se realizan las mejoras	Notificación	Específico del producto o proceso
Modular	En diseño/selección	Ninguno	Para cambio de concepto	En el nivel de diseño	Notificación, revisión	Capacidad técnica
Arquitectónica	En etapas de diseño y puesta en práctica	Entre las partes afectadas	Para cambios complementarios	En el nivel del sistema efectuado	Notificación, acuerdo, revisión	Capacidad de manejo del sistema
Sistémica	En etapas de diseño conceptual	Con todos los miembros del equipo de proyecto	Para la integración del conjunto de innovaciones	En el alto nivel de gerencia de ingeniería	Alcance del proyecto, acuerdo y revisión	Capacidad técnica y del manejo del sistema
Radical	En etapa de viabilidad técnica	Con la gerencia superior de todas las organizaciones implicadas	Para el cambio sustancial	En el nivel máximo de la gerencia general	Objetivos y alcance del proyecto	Capacidad técnica especializada

Fuente: Slaughter, 1998

El esquema interpretativo anteriormente presentado está lejos de ser el único posible. Hay otro conjunto de indagaciones que tratan de dilucidar la dinámica de la innovación en la construcción, que más que contradictorios son complementarios con el previamente descrito. Apuntan a destacar otros planos de análisis que ayudan a analizar la urdimbre de la innovación en este ámbito productivo.

5.5. Los componentes del sistema de construcción y edificación

La propuesta teórico-metodológica de Slaughter (1998) tanto de las modalidades de innovación en la construcción como de las actividades necesarias para que se lleven a cabo, puede ganar en capacidad analítica si se acompaña con una visión de los elementos constituyentes del sistema de construcción y edificación propuestos por Gann y Salter (2000) y Bayse y Manley (2004), que tratan de identificar sus componentes principales y los factores claves que influyen en la innovación en la construcción. Sus análisis enfatizan, como hemos venido sosteniendo, la importancia de considerar la innovación en la construcción no sólo en las empresas constructoras sino en el Sistema Sectorial de la Construcción en su conjunto, así como la modalidad de organización de la producción en la construcción donde predominan empresas que trabajan por proyectos y servicios, a diferencia de las ramas donde predomina la producción manufacturera convencional o la organización industrial de producción en serie. En ciertos aspectos se emparenta con la producción de bienes complejos de la industria metal-mecánica (centrales eléctricas, máquinas-herramientas de diseño específico, etc.), aunque en el caso de la construcción el tipo de división del trabajo (predominantemente de manufactura heterogénea) sea contrastante con un predominio en las primeras de una división del trabajo mecanizado y/o automatizado).

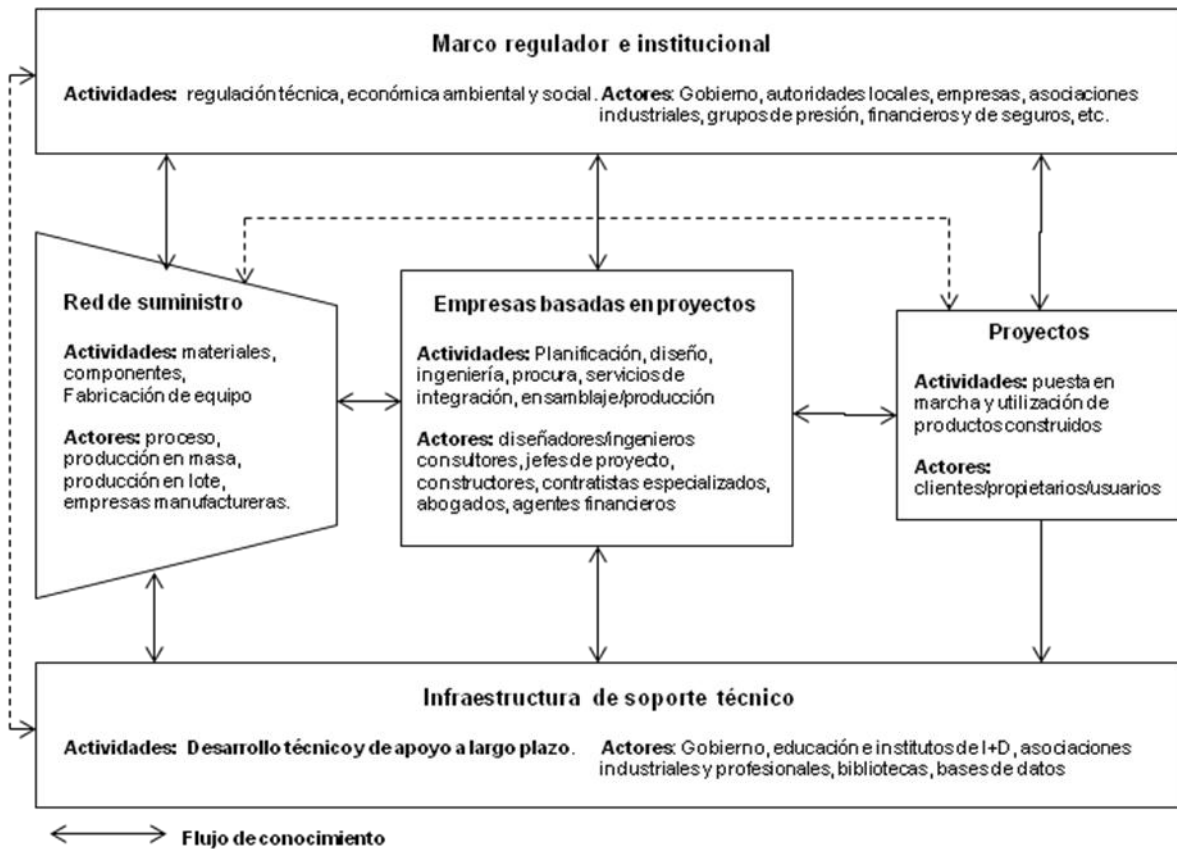
La presentación del sistema de construcción y edificación propuesto por Gann y Salter (2000) y retomado por Bayse y Manley (2004), según los tipos de actores, actividades y flujos de conocimientos contempla seis dimensiones analíticas principales: 1) empresas basadas en proyectos; 2) redes de suministro; 3) proyectos; 4) infraestructura de apoyo de la tecnología; 5) marco regulatorio e institucional; 6) flujos de conocimientos (Cf. Gann/Salter, 2000: 959).

El esquema general de este sistema de construcción y edificación basado en la modalidad de proyecto, que identifica en cada componente actividades y actores relevantes, es presentado en Gráfico N° 6, tomado de Gann/Salter (2000). De este gráfico hay una versión simplificada que bajo el nombre de: Componentes, actividades y actores del sistema de construcción y edificación en

base a proyectos, es presentada por Bayse y Manley (2004), pero consideramos que el primero que es mucho más detallado y es en el que basan estos últimos autores.

Gráfico N° 6

Conocimiento, flujo de información y actores en procesos en base a proyectos



Fuente: Grann&Salter, , 2000

Bajo esta misma óptica, los factores principales que influyen en la innovación en la construcción tienen como puntos focales los siguientes: clientes y empresas manufactureras, estructura de la producción, relaciones entre individuos y firmas dentro de la industria y entre la industria e integrantes externos, sistemas

de aprovisionamiento, regulaciones/normas; y la naturaleza y calidad de los recursos de la organización, incluidos entre ellos la cultura de la innovación dentro de la empresa. En cada uno de estos componentes se pueden identificar los elementos que estimulan, modulan o inhiben la innovación en la construcción (Cf. Bayse/Manley, 2004).

Estos estudios, como muchos otros, ratifican que la comprensión cabal de la innovación de la construcción debe hacerse teniendo presente la interfase de los distintos componentes del Sistema Sectorial de la Construcción, la consideración particular de cada una de ellos es importante, y merece un tratamiento específico, para posteriormente observarlo en conjunto. Es lo que haremos a continuación.

5.6. El rol de los elementos del Sistema Sectorial de la Construcción en la innovación

Si bien la dinámica de la innovación en la construcción no puede ser cabalmente entendida sino en el conjunto de la urdimbre del Sistema Sectorial de la Construcción, la consideración particular de lo que sucede en cada uno de sus elementos puede ser útil antes de retomar una visión integrada, toda vez que en los factores y modalidades que actúan en estas piezas del mecanismo general son particulares e iluminan las posibilidades y obstáculos para su articulación.

En esta sección no entraremos en los detalles de las características de cada componente, ya reflejadas en el capítulo sobre las características del Sistema Sectorial de la Construcción. Aquí lo que nos interesa destacar son las dinámicas que en cada uno ellos influyen en la innovación de la construcción.

5.6.1. Las empresas productoras de materiales y componentes constructivos

Las obras de construcción en su enorme variedad requieren de un sinnúmero de materiales y componentes constructivos según el tipo de construcción a emprender. Si bien las constructoras son demandantes de estos insumos, las empresas que los elaboran no tienen una oferta infinita, tienen un catálogo

limitado de los mismos que condiciona su disponibilidad para las obras de construcción.

Debe tenerse presente que los insumos de la construcción pueden tener diferentes grados de transformación, desde la *materia bruta*, que no ha experimentado ningún grado de transformación para darles forma más allá de su extracción de la naturaleza (arena, piedra, etc.), *materiales simples*, que han sufrido algún grado de transformación, pero sin darles forma (cemento, pinturas, etc.), *semi-componentes*, con mayor grado de elaboración y que han adquirido una forma susceptible de ser empleada en la construcción, frecuentemente unidos a otros productos (alambre, bloques, láminas, etc.) o *componentes*, aquéllos que han recibido una forma y transformación tal que pueden ser incorporados directamente a la construcción de una obra (puertas y ventanas, piezas sanitarias, cerramientos prefabricados, etc.). Una taxonomía de estos productos por familia, considerando el material predominante, ha sido común en el análisis de la construcción (Cf. Bode, 1972; LUZ/UCV/ULA/UNET (Sosa/Lovera, Coord.), 1999; Lovera (Coord.), 2005).

Las empresas productoras de materiales y componentes, que pueden organizarse con variadas modalidades de división del trabajo (desde las artesanales o semi-artesanales, manufactureras o industriales (maquinizadas o automatizadas), son fuentes claves para la innovación en la construcción toda vez que con frecuencia proporcionan materiales y componentes innovadores por sí mismos o porque suponen una innovación en su articulación en las obras (Cf. Cilento, 1988, 1998; Slaughter, 1998; Blayse/Manley, 2004).

Un elemento que potencia la contribución de las empresas productoras de materiales y componentes constructivos a la innovación, es que muchas de ellas crecientemente toman las características de las empresas típicamente industriales que producen en serie, cuentan con unidades de I+D, pueden acumular aprendizaje tecnológico, y tienden a reproducir las sinergias de innovación que han estudiado los analistas de la economía de la innovación (Cf. Freeman, 1975, 1993, 1998; Pérez, 2004; Blayse/Manley, 2004).

Las innovaciones que se producen en las empresas productoras de materiales y componentes constructivos deben articularse con la estructura de la producción de la industria de la construcción, ésta establece filtros para adoptarlas, que de otra parte no puede ignorar la oferta de sus suplidores que la obligan a una selección limitada por lo disponible, lo cual la constriñen a organizar sus procesos de producción teniendo presente la oferta en materiales y componentes constructivos, muchos de los cuales incorporan innovaciones no sólo en el insumo propiamente dicho sino que inducen a una reorganización del proceso productivo. Esto conduce a una cadencia de innovaciones, las llamadas por Rosenberg (1994) las *innovaciones complementarias*, aquéllas que hacen viable que las novedades se incorporen a las prácticas productivas una vez que han experimentado un proceso que permite que sean asimiladas a nuevo patrón de producción o que logren insertarse, renovándolo, al sistema tecnológico preexistente o mostrando potencialidades que no se habían previsto en el impulso innovador original.

La enorme variedad de productos y formas de producción de materiales y componentes constructivos, que va desde la producción artesanal hasta la producción industrial y automatizada, según el tipo de producto y sub-mercado, introduce igualmente una dinámica diversificada en cuanto a sus procesos innovativos: insumos y componentes que se siguen produciendo bajo modalidades tradicionales, mientras en paralelo otros se fabrican también mediante una organización del trabajo más sofisticada.

Se han propuesto (Cf. COTEC, 2000: 41) varias posibilidades o líneas de innovación a partir de la fabricación de materiales y componentes constructivos:

- En materiales conocidos, tratando de mejorar su proceso de fabricación, buscando reducir costos o lograr estándares de calidad o seguridad;
- En materiales conocidos, tratando de mejorar sus cualidades, con el fin de obtener una ventaja competitiva;
- En nuevos materiales que amplían la oferta y ofrecen nuevas prestaciones

Lo que sucede en la producción de materiales y componentes constructivos tiene, por tanto, un efecto importante e innegable en la dinámica innovadora de la producción del medio ambiente construido, aunque el grado de adopción de insumos más complejos estén asociados al tipo y escala de las obras y al tamaño y configuración de las unidades de producción.

5.6.2. Las empresas productoras de maquinaria y equipo para la construcción

Si la producción de materiales y componentes constructivos tiene un impacto sobre la innovación en la construcción, otro segmento del Sistema Sectorial de la Construcción también lo tiene de manera destacada, nos referimos al que provee de maquinaria y equipo a las obras de construcción.

Es conocido el escaso peso del capital fijo en las obras de construcción, aunque esto se ha ido modificando sobre todo en las obras civiles y en algunos segmentos de la producción de edificaciones. Si tomamos como parámetro el promedio de mecanización de la industria de la construcción, encontramos un crecimiento en este aspecto, aunque comparada con la media del capital social, sigue siendo de un grado menor a lo que sucede en otros segmentos de la producción, como es el caso de la industria manufacturera, donde hay un tendencia secular al crecimiento de la importancia del capital fijo en los procesos productivos.

En ciertos segmentos de la construcción las posibilidades de mecanización han mostrado cambios notables. Muchos de los procesos que se ejecutaban manualmente o mediante herramientas simples han venido siendo sustituidos por procesos mecanizados. Muchas de las innovaciones que han producido y se siguen produciendo en el ámbito de los materiales y componentes serían impensables si no hubieran sido acompañadas por innovaciones en el campo de las maquinarias y equipos (por ejemplo, la fabricación de componentes prefabricados ha estado acompañada por procesos paralelos en la maquinaria para producirlos). Muchos nuevos sistemas constructivos han sido razón o estímulo para modificaciones en la industria de bienes de capital para la construcción (Cf. Domínguez et. al.: <http://anmopyc.es>).

En ciertos segmentos del mercado de la construcción, particularmente en las grandes obras civiles (canales, túneles, represas, etc.) y de la producción de edificaciones (edificaciones en altura, componentes con instalaciones embutidas, etc.) los cambios han sido significativos en los diferentes momentos históricos, con una aceleración de innovaciones en las maquinarias y equipos a partir de los años noventa, buscando la multifuncionalidad de la maquinaria (Millán: <http://anmopyc.es>), modificando el propio proceso de fabricación de las maquinarias o el uso de nuevos materiales en su elaboración (Cf. Fernández; Prielsa; Rivera: <http://anmopyc.es>), en otros casos por la incorporación de nuevas tecnologías (láser, nano-tecnología, CAD, CAM, CAE, realidad virtual, etc.) (Cf. Lalana; Escudero; López: <http://anmopyc.es>; Del Cano et. al., 2007), o por la presión para incorporación de criterios de ecodiseño y ecoeficiencia en la maquinarias de construcción (Cf. Chiminelli: <http://anmopyc.es>).

La tendencia más avanzada en lo que se refiere a nuevas maquinarias para la construcción lo constituye la robótica que, aunque está concentrada en unos pocos países desarrollados, apunta a modificaciones sustanciales en los procesos constructivos y, que ha significado la posibilidad de sustitución de mano de obra por maquinaria en fases de enorme riesgo, de dificultades para su ejecución manual o en países con problemas de oferta de mano de obra para estas actividades (Cf. Muro, 1996; Salagnac, 1988; Cilento, 1998; Rubio, 1990; COTEC, 1997, 2000, 2006; Elattar, 2008).

Siguiendo lo propuesto por el estudio de COTEC (2000), se pueden identificar tres líneas de innovación en lo que a fabricación de maquinarias para la construcción se refiere:

- Mejorar el proceso de fabricación de la maquinaria o equipo;
- Lograr una maquinaria con mayores prestaciones dentro de la línea de las existentes;
- Diseñar una maquinaria nueva con la que se podrán realizar trabajos que antes no eran posibles, o que podrá sustituir con ventaja a otra u otras con las que hacían hasta ese momento algunos trabajos

La innovación, que por las oportunidades que ofrece por sí misma la industria de bienes de capital para la construcción o inducida por otras innovaciones en otros segmentos de la actividad, y aún por otras demandas en otros componentes del sistema sectorial de la construcción, está lejos de imponer una matriz homogénea en su patrón de uso, depende de las escalas de obra, de su tipo, de los países (y de las regiones dentro de ellos), de las organizaciones productivas que ejecuten las construcciones. Aunque hay una tendencia a una mayor incorporación de maquinarias y equipos en las obras de construcción, su forma de manifestación es de intensidad variada, pero como tendencia general contribuye a introducir variadas innovaciones en la construcción de edificaciones y obras civiles.

5.6.3. La esfera de la producción del medio ambiente construido

También en la esfera de la producción localizada, la construcción en sitio, se producen innovaciones. Como sabemos aquí hay dos planos que hay que analizar: las innovaciones que se producen en la promoción de la construcción y las que se producen en la ejecución de las obras.

Como se ha señalado, en la producción localizada se presentan dos tipos de configuraciones que la marcan: la separación entre diseño y producción, la diferenciación muy común de dos agentes principales: el promotor, que ejerce el control económico de la producción y de la elaboración del proyecto; y el constructor (contratista general y subcontratistas) que ejerce el control técnico de la producción, que una vez realizada la obra la entrega al ámbito de la promoción (o al dueño de la obra) que la comercializa o le da uso.

El ámbito de la promoción

Dada la variedad productos que componen la oferta de la industria de la construcción, aunque los procesos puedan tener elementos comunes, encontramos en ellos muchas variedades.

El promotor (público o privado) es quien desencadena el proceso productivo. Es el que define lo que se va a construir, lo cual se ha de concretar en un proyecto.

En el proyecto se abren posibilidades de innovación y en ciertos casos las inducen. Aunque no siempre es así, dado que “la actividad de proyectar no implica siempre innovar, pues una gran parte de los proyectos sólo exigen el seguimiento de modelos anteriores. Sin embargo, las innovaciones que una obra contenga, en cuanto concepción y materiales, han tenido que ser recogidas en el proyecto, lo que convierte al proyectista en el desencadenante de las innovaciones que han de seguir a la redacción del proyecto” (COTEC, 2000: 42). Estas posibilidades de innovación están determinadas igualmente por la relación entre promotor, proyectista y constructor, y los grados de libertad que se deje o no en la ejecución, lo que hará posible que en la fase de construcción haya sólo innovaciones de procesos o modificaciones del producto (Cf. COTEC, 2000).

Es común que en la fase de elaboración de proyecto, el promotor le contrate este trabajo a organizaciones especializadas en la misma, a menos que cuente con una unidad interna para estas labores (que sólo suele existir en empresas de cierta talla y continuidad de operaciones), por tanto con mucha frecuencia la selección del equipo de proyectistas puede abrir o no oportunidades de innovación, que dependen tanto de los objetivos y orientación de los promotores, de sus contrapartes que elaboran proyectos para ellos y de la capacidad de persuasión de unos u otros, o de ambos, de las ventajas de introducir innovaciones en vez de seguir una orientación rutinaria.

Sea que el proyecto incorpore o no innovaciones de productos, procesos u organizativas, su propia elaboración puede implicar innovaciones en la manera como se lleva a cabo. Aún proyectos que siguen modelos anteriores pueden incorporar innovaciones no en su resultado sino en su proceso, porque hagan uso de innovaciones socio-técnicas que eleven su productividad (p.e.: utilización de herramientas informáticas para elaboración), o porque gracias a las facilidades que ofrecen las nuevas tecnologías puedan incorporar las demandas de los usuarios en la propia fase de elaboración del proyecto.

Otras innovaciones que contemporáneamente se incorporan en la fase de promoción están asociadas al manejo económico-financiero de las operaciones de

construcción, así como a las formas de relación-supervisión entre promotores y constructores.

El ámbito de la construcción

Definida la operación económica y el proyecto, el promotor busca a quien se encargará de la ejecución de la obra. El control técnico pasa en general a otro agente: el constructor, que también reúne a varios actores. No es una sola empresa la que lleva a cabo la construcción, son en general varias. Una actúa como contratista general, seleccionada por el promotor, pero a su vez ella actúa como coordinadora de una constelación de otras empresas y trabajadores independientes que van ejecutando los diferentes segmentos de la obra, dependientes de quien ejerce el control económico, pero también de una compleja labor de coordinación de la articulación de las diferentes partes de la obra.

Llegado el momento de la construcción en sitio, es el momento en el cual los constructores ponen en ejecución muchas de las innovaciones que estaban prefiguradas en el proyecto y otras innovaciones que están asociadas al proceso de ejecución propiamente dicho, que sin contradecir los parámetros fundamentales del proyecto, pueden significar innovaciones de proceso (fundamentalmente incrementales) que introducen posibilidades de aumento de la productividad en la ejecución de las obras.

Cuando el foco del análisis se orienta al ámbito de la construcción localizada en un emplazamiento específico, dos asuntos, al menos, deben ser analizados: la forma particular que toma la construcción: la obra, que se diferencia de la modalidad de la fábrica; y de otra parte, la secuencia de producción en una manufactura heterogénea, que reunidas apuntan a formas de innovación y cambio socio-técnico particulares.

El Taller-Obra

Para la consideración de las posibilidades de innovación en la propia esfera de la producción del medio ambiente construido, y en particular en la fase de construcción, debemos recordar que estamos frente a un proceso productivo que no toma la «forma taller» sino la «forma obra» (Cf. Coriat, 1984), también

denominada taller-obra o empresa-obra (Cf. Cf. IDEC-SEU-IU, FAU, UCV. Equipo de Investigación INCOVEN, 1987, 1988, 1989; Angarita, 1990; Lovera, 1985, 1989; Villanueva, 1989.b). En este caso estamos entendiendo *obra* (o *tajo*) simultáneamente como tarea y lugar donde se trabaja. Presenta una gran diversidad en las formas de organización de la producción y en el tipo de obra misma. Muchas de las limitaciones de la definición y precisión de la forma obra devienen, como advierte Coriat, de haberse tratado de entender bajo un modelo que no refleja bien las características del sector de edificación y obras públicas, como el taylorismo, desconociendo el carácter diferente de la construcción, lo cual llevó a ciertos analistas a mostrar las diferencias entre el llamado “taylorismo ortodoxo” y el “neo-taylorismo”, que eventualmente podía manifestarse en la construcción (Cf. Campinos-Dubernet, 1984.a, 1984.b, 1984.c; 1985).

Para entender la «forma obra» debemos retener un conjunto de elementos que diferencian las formas de organización del trabajo y de la producción en el ámbito de la edificación y las obras públicas. Para ello, nos basamos fundamentalmente en el texto ya citado de Coriat (1984), así como en los de Campinos-Dubernet (1984; 1985), de Carassus (2002) y de (Vrijhoef/Koskela, 2007).

La «forma obra» se caracteriza por:

- a) tareas de producción no repetitivas, inducidas por la extrema variabilidad de los tipos de productos que este modalidad puede entregar (edificaciones de diferente tipo, obras civiles de variado nivel de complejidad), lo que obliga a concebir y organizar la obra de manera diversa. Ello hace que sea altamente improbable un establecimiento con una serie de puestos de trabajo repetitivos.
- b) Carácter parcial de la estandarización de los elementos que concurren a la fabricación del producto final, que aunque se presente, limita la repetitividad y la estandarización para el conjunto de la obra.
- c) No regularidad de las cargas de trabajo en el tiempo que implican ritmos de trabajo y principios de organización diferentes en cada segmento de la obra.

- d) Cada obra debe adaptarse a un terreno diferente, lo cual implica más allá de la necesidad de un nuevo terreno para cada obra, la consideración de su variable ubicación y características como soporte físico de la producción.
- e) La variabilidad en las obras de construcción es doble: externa e interna. La primera vinculada al valor de uso y a la heterogeneidad de los productos; la segunda a las condiciones de producción de los mismos.
- f) Predomina una operación de ensamblaje de sub-productos parciales que dan lugar a la obra en su conjunto.

Esta caracterización nos permite entender que en la obra de construcción conviven diferentes modalidades de división del trabajo y de producción que influyen en variadas formas de innovación, que ya no pueden ser analizadas solamente mediante el análisis del conjunto del proceso de trabajo que da lugar a una obra, sino además por los sub-procesos de trabajos implicados, la forma de división del trabajo que predomina en cada uno de ellos y las formas de articulación de todo el conjunto de la obra.

Formas de articulación, división del trabajo e innovación en obra

El carácter de manufactura y de manufactura predominantemente heterogénea marca las opciones de cambio socio-técnico y de innovación de productos y procesos, radicales e incrementales de la construcción.

En las ramas donde predomina la división del trabajo industrial y la manufactura orgánica, el método de investigación es más sencillo en la medida en que el proceso de producción está determinado por un organismo objetivo, el sistema de maquinarias y una organización empresarial puede identificar más fácilmente si cumple los requisitos o se aleja de un desempeño que estimule la innovación tecnológica, medidos con los parámetros de instrumentos pensados fundamentalmente para industrias de procesos altamente estructuradas.

La manufactura requiere otro tipo de análisis porque persiste en ella un papel de la fuerza de trabajo, de su habilidad y pericia para el resultado de la producción. En el caso de la manufactura heterogénea deben incorporarse otros

elementos adicionales, dada la variedad de sub-procesos que se ensamblan para dar lugar al producto final.

En la construcción, adicionalmente, debe tenerse presente la modalidad que toma la organización de la producción, llamada forma obra.

En lo que sigue nos basamos en el enfoque general que proviene del Proyecto INCOVEN, de cuyo equipo de investigación formamos parte (Cf. IDEC-SEU-IU, FAU, UCV. Equipo de Investigación INCOVEN, 1986.a), así como en los hallazgos de la investigación del CENDES que como parte del estudio de los sectores conexos a la industria petrolera, petroquímica y de procesos en Venezuela, levantó información sobre un conjunto de empresas constructoras (Cf. Pirela et. al., 2000, 2005).

El análisis del proceso de producción en la rama de la construcción permite encontrar suficientes evidencias como para caracterizar la división del trabajo en ella como una manufactura y además como una manufactura predominantemente heterogénea. No obstante, en su proceso de trabajo que, como sabemos, está normalmente fraccionado en varios sub-procesos de trabajo, hay también formas típicas de manufactura orgánica, así como formas híbridas de ambas (cuasi-orgánicas o cuasi-heterogéneas). También pueden encontrarse formas pre-manufacturadas y formas de división del trabajo de tipo industrial, lo cual indica que tenemos una división del trabajo mixta. De modo que la construcción es doblemente heterogénea: por el predominio de una modalidad característica de manufactura, pero además porque aloja en su seno variadas formas de división del trabajo.

Aunque para el análisis de cualquier rama económica se requiere poner en claro la forma específica de su proceso de producción y sus fases, cuando en la rama objeto de estudio no existe un organismo objetivo, exterior a los trabajadores, que determina la organización de la producción, como es el sistema de maquinarias en la producción industrial, no hay otra manera de reflejar el transcurrir del proceso de producción que detenerse en las distintas manifestaciones del trabajo colectivo y de la forma de organización de sus componentes, que es la del trabajo manual, ciertamente apoyado por

herramientas y equipos, pero donde el proceso depende fundamentalmente de la habilidad, pericia y capacidad de los trabajadores organizados colectivamente, que es lo característico de la manufactura. Si además estamos en presencia de una modalidad de manufactura heterogénea, debemos poner en claro cada una de estas partes que darán lugar al producto una vez que sean ensambladas. Esto es lo que justifica que cuando analizamos una manufactura, además heterogénea, debamos pasearnos por un conjunto de detalles de producción que podrían simplificarse si nuestro objeto de estudio fuera la producción textil, química o automotriz, pero como nuestro objeto de estudio es la construcción, no podemos obviar ese análisis más minucioso.

Disponemos de un estudio detallado de estas diferentes formas de articulación del trabajo colectivo en construcción (Cf. IDEC-SEU-IU, FAU, UCV. Equipo de Investigación INCOVEN, 1987, 1988, 1989). Aquí no podemos sino presentar los elementos fundamentales de este enfoque y sus hallazgos.

El predominio de una u otra forma de división del trabajo va a depender de la naturaleza del trabajo ejecutado, de manera que para identificarlas se debe estudiar las diversas formas de articulación entre trabajos parciales.

En principio podemos identificar las siguientes formas generales de articulación:

Articulación secuencial, que supone una relación de precedencia obligada entre un proceso y el que le antecede, lo cual en principio es lo característico de la manufactura orgánica.

Articulación heterogénea, que se presenta cuando los procesos se realizan independientemente unos de otros, dándose un vínculo externo entre el producto terminado total y los elementos que lo forman.

Articulación combinada, cuando aparecen formas de articulación orgánica y heterogénea simultáneamente.

Nos encontramos al observar el proceso de construcción en su conjunto con *diversos grados de dominancia de las formas orgánicas y heterogéneas* de articulación entre trabajos parciales manufactureros, así como *formas intermedias*,

cuasi-orgánicas o cuasi-heterogéneas, de articulación entre trabajos de fragmentados en la manufactura construcción.

Estas formas intermedias pueden analizarse mejor si se consideran las *relaciones secuenciales entre procesos*, que pueden ser de *precedencia directa*, en las cuales no puede acometerse el siguiente paso sin haber realizado el precedente. Pero también hay otro tipo de relaciones secuenciales, de *precedencia indirecta*, donde un proceso antecede a otro y éste a un tercero, derivándose que el primero antecede al tercero. Estas precedencias indirectas pueden implicar largos encadenamientos a través de múltiples procesos. Se trata del encadenamiento de varias relaciones secuenciales de precedencia directa en una articulación secuencial de precedencia indirecta o compuesta. El *límite de organicidad de una relación secuencial* podemos encontrarlo en aquellos casos donde la naturaleza técnica de los procesos entrelazados implica *no sólo una precedencia directa, sino también que ésta sea más o menos inmediata*.

Como se indicó anteriormente al referirnos a las características de la construcción, sus productos son de tipo discreto (requieren de muchas jornadas laborales para dar lugar a un producto terminado), están vinculados a una localización geográfica (el terreno), es relativamente singular, lo cual determina que en la mayoría de los múltiples casos de articulaciones secuenciales entre procesos de construcción, donde la interrupción no afecte a la posibilidad técnica de ejecutar el proceso, pueda mantenerse esa interrupción durante períodos en ocasiones muy largos, lo que indica que *este tipo de articulaciones no secuenciales ni inmediatas, particularmente cuando se componen de una secuencia indirecta, pueden considerarse como formas cuasi-heterogéneas de relación*.

Podemos distinguir, entonces, dos configuraciones genéricas, más allá de las formas mixtas, también presentes: un taller-obra de construcción que corresponde a un “obrero colectivo” coordinado, donde cada parte está técnicamente articulada a las otras, donde predominan las articulaciones típicas de la manufactura orgánica, y un taller-obra que corresponde más bien a un conjunto de trabajos parciales relativamente independientes entre sí, que se

encuentran reunidos en una manufactura común, cooperando directamente bajo el mando de un capital, típica de la forma heterogénea de la manufactura. De hecho, ambas configuraciones se hacen presentes en proceso general de construcción, pero alguna de ellas predomina en los sub-procesos parciales que dan lugar a los componentes que al ensamblarse constituyen la totalidad de la obra.

Aunque en general la construcción en su conjunto puede ser definida por una división del trabajo predominantemente heterogénea, los dos grandes segmentos o sub-ramas que la componen, la de edificaciones y la de obras civiles, presentan un énfasis diferente en el predominio de las articulaciones orgánicas y heterogéneas, no obstante que las formas combinadas están presentes en ambas. Las primeras predominan en las obras civiles, mientras que las segundas lo hacen en la producción de edificaciones.

Una de las razones que pueden explicar esta situación es que la variedad de los procesos parciales en cada uno de estos segmentos es diferente, en un número mucho mayor en el caso de las edificaciones que en el caso de obras civiles, lo que implica una mayor preponderancia de las articulaciones heterogéneas en el caso de las edificaciones, algo que se puede constatar en los cuadros de descomposición de obras por partidas y sub-partidas que se utilizó en el Proyecto INCOVEN, donde se puede observar que mientras la producción de edificaciones por métodos tradicionales presenta 23 partidas y 106 sub-partidas, en la construcción de carreteras (obra civil) se presentan 8 partidas y 39 sub-partidas (Cf. IDEC-SEU-IU, FAU, UCV. Equipo de Investigación INCOVEN, 1987, 1988).

Otra explicación está referida a la continuidad de los trabajos concretos a lo largo del tiempo, mucho más homogéneo en las obras civiles que en edificaciones.

En cualquier caso, por tratarse de una manufactura, el papel de coordinación, supervisión y vigilancia de la producción y de sus ejecutantes, los trabajadores, así como de cada proceso parcial y del proceso de trabajo en su conjunto cumple un papel básico de articulación y aseguramiento de los objetivos colectivos de producción, que por el carácter de la construcción, debe ocuparse de

poner en concierto los muchos procesos y actores disímiles que concurren para dar lugar a los productos de la construcción.

El carácter de manufactura predominantemente heterogénea y combinada también se manifiesta en quien comanda el proceso económico, el promotor o productor primario, en las actividades que le corresponden, ejecutadas directamente o por delegación (obtención del terreno, elaboración del proyecto, garantía del financiamiento, colocación de la obra para sí o para otros). Cada una de estas actividades puede adoptar modalidades diversas en términos de la división del trabajo que impera en cada una de ellas; algunas de ellas muestran configuraciones de manufactura orgánica o industrial (elaboración de proyectos y diseño, administración, mercadeo, asistidos por sistemas informáticos), articuladas a una manufactura para dar lugar a sus productos.

Las rutas de la innovación en la rama

A partir de las dos configuraciones fundamentales que toma la rama, a saber: taller-obra con articulaciones predominantes orgánicas; taller-obra con articulaciones preponderantemente heterogéneas, además de formas combinadas o mixtas, podemos atisbar las formas que toma el cambio socio-técnico en la construcción.

La articulación orgánica puede llevar, a través de la sistematización de los trabajos parciales y de la sustitución del trabajo vivo (fuerza de trabajo) por trabajo cristalizado (capital fijo y materiales), a una forma industrial de producción incluyente de los trabajos parciales combinados en algunos segmentos de la obra y en algunos tipos de obra, lo que algunos casos puede llevar al reingreso de ciertas actividades que se habían desmembrado del sitio de la obra, en un proceso que podríamos llamar de “implosión”, en contraste con los procesos de “explosión” o “estallido” que consideraremos seguidamente.

La articulación heterogénea puede conducir a través de la desarticulación de los capitales y los trabajos parciales que dominan, a un “estallido” de la modalidad original dentro de la obra, llevando estos trabajos parciales fuera del taller-obra, constituyéndose en manufacturas independientes con posibilidades de

asumir el nivel de cooperación correspondiente a la manufactura orgánica o, incluso, de la industria maquinizada (y hasta automatizada).

Ambas formas de evolución tecnológica se han dado y continúan dándose dentro de la industria de la construcción, dado el carácter combinado de las dos formas fundamentales de manufactura al interior de la obra de construcción.

También estas tendencias operan en las actividades que corresponden al promotor (productor primario), en su carácter de encargado de la organización general de la producción, y al constructor (productor secundario) como responsable de la organización general del proceso de trabajo. En este último caso, esto vale tanto para quien ejerce las funciones de contratista general como para quienes deben garantizar la coordinación y ejecución de trabajos parciales (sub-procesos de trabajo). Todo lo cual pone en evidencia la importancia de la gerencia como un elemento básico de la tecnología en la construcción, un caso típico de un componente más organizacional que propiamente técnico.

En resumen, en la rama de la construcción los cambios socio-técnicos y las innovaciones se presentan en tres escenarios principales, aunque hay vínculos y articulaciones entre unas rutas y otras (Cf. IDEC-SEU-IU, FAU, UCV. Equipo de Investigación INCOVEN, 1986.a; Lovera, 2004):

Gerencia de promoción y construcción como actividad de conjunto, que buscan atender de maneras novedosas y más eficientes la puesta en marcha del proceso general de producción, la articulación de diferentes actores y actividades, y los aspectos económicos y administrativos de las empresas y las obras.

Proceso general de trabajo donde se atienden los obstáculos que reducen la productividad (logística, ritmo del flujo de procesos), también a la modificación de las formas dominantes de ciertas actividades precedentes al proceso de trabajo o que lo acompañan a lo largo de proceso de producción (diseño y administración asistidos por computadoras).

Procesos y sub-procesos de trabajo específicos donde se introducen modificaciones tanto en la forma de producción y organización de los trabajos parciales, como en lo que se refiere a su articulación y ensamblaje en obra. Aquí

se incluyen tanto las innovaciones organizativas como la exploración de posibilidades de independizar ciertos procesos para ser desarrollados por ramas independientes (estallido del proceso) o reingresar a la obra (implosión) de trabajos parciales que habían salido del taller-obra, pero bajo formas que incorporan innovaciones. Una ilustración de estos procesos para el caso de las edificaciones está descrita en la investigación citada (Cf. IDEC-SEU-IU, FAU, UCV. Equipo de Investigación INCOVEN, 1987, 1988).

La forma y la talla de las empresas de la rama

Debe tenerse presente como ya indicamos anteriormente, que en la rama de la construcción tiende a presentarse una configuración particular de la organización empresarial, de una parte, está la separación en la mayoría de los casos de las organizaciones de promoción de las de construcción propiamente dicha. Y, de la otra, en este último ámbito, está la diferenciación entre la empresa constructora (su parte fija y permanente) y la empresa-obra o taller-obra (su parte itinerante y breve) (Cf. Angarita, 1990; Lovera, 1989, 1990.a, 2004).

Las empresas promotoras tienden a ser pequeñas en cuanto a número de trabajadores, dada la tendencia a subcontratar buena parte de sus actividades (como la elaboración de proyectos). En cuanto a las empresas constructoras, con diferencias notables entre el segmento de producción de edificaciones y el de obras civiles, en el tamaño de las empresas tienden a predominar las pequeñas y medianas y el número total de empresas es sumamente elevado. Ello es así tanto en los países desarrollados como en los países subdesarrollados (Cf. Carassus (Ed.) 1987, Carassus, 2002; COTEC, 2000; OIT, 1991, 2001; ECTP, 2005.a, 2005.b.; Vitelli, 1976; Lovera, 1989; Panaia, 2004). Ello se explica porque sobre todo en la sub-rama de edificaciones, las barreras de entrada son relativamente bajas en cuanto a inversión inicial. No es el caso de las empresas de la sub-rama de obras civiles y de unas pocas grandes empresas de edificaciones, que tienen una inversión en capital fijo más elevado y/o una talla mayor. Debe agregarse que además, por las características de la construcción, también intervienen trabajadores independientes o micro-empresas.

Adicionalmente, el mundo de la subcontratación en la construcción es muy variado, incluyendo desde trabajo precarizado hasta subcontratistas altamente especializados en determinadas fases del proceso productivo, lo que les permite garantizar un flujo de trabajo continuo en diferentes obras (y a veces en diferentes países) y, en muchos casos, una inversión en capital fijo importante. En este último caso, se trata de empresas de una talla mayor y altos niveles de concentración de capital, algunas incursionan en el mercado de exportación de servicios de la construcción, como lo son varias de las empresas transnacionales que se ocupan de procesos muy específicos y con altos niveles de especialización (como las empresas de pilotes, de perforación y construcción de túneles o dragados para represas y otras obras civiles).

La pequeña talla promedio de las empresas, no necesariamente del taller-obra (donde puede haber un número significativo de trabajadores temporalmente, según la dimensión de la construcción), hace que la capacidad de acumulación de conocimientos y experiencias, para conservar y ampliar sus capacidades tecnológicas se tope con muchos obstáculos, no sólo por el tamaño de las empresas sino también por la dinámica a que están obligadas: desmontar tras cada proceso constructivo el taller-obra, quedándose en la empresa un escaso personal profesional, técnico y obrero, dada la incertidumbre de la continuidad. Es por eso que no es de extrañar que en la medición del desempeño tecnológico de las empresas de manufactura, de ingeniería y de construcción que realizó el equipo del CENDES, los valores más bajos de esta variable se encuentren en general en las empresas constructoras, aún cuando al analizar la desagregación de los indicadores aparecen algunos elementos a tomar en cuenta para caracterizar mejor las capacidades tecnológicas de las empresas constructoras (capacidad de ingeniería, de innovaciones menores) (Cf. Testa, 2005). Todo parece indicar, y hacia allí se orienta nuestro análisis, que hay que refinar más los indicadores y sus ponderaciones para que reflejen mejor lo que ha de entenderse por desempeño y capacidades tecnológicas en la rama de la construcción o en otras ramas donde conviven una gran variedad de configuraciones productivas y modalidades de división del trabajo.

Estos aspectos explican las razones por las cuales las actividades y unidades de Investigación y Desarrollo (I+D) son casi inexistentes en la mayoría de las empresas constructoras, exceptuado las que por su talla y complejidad técnica (sobre todo en el campo de las obras civiles), aunque algunas de las de mayor tamaño (aún en el segmento de edificaciones) cuentan con unidades de ingeniería para adaptar, modificar e innovar en el proceso constructivo. Y de otra parte, que las capacidades tecnológicas y los procesos de innovación en la rama trascienden las empresas constructoras y sólo se entiendan si incorporan y se analizan en el conjunto de lo que acontece en el resto del sistema sectorial de la construcción.

De nuevo en el ámbito de la promoción

Concluida la fase de construcción de una obra, la misma entra en lo que se conoce como la segunda fase de la circulación (la fase de venta) (Cf. Villanueva, 1987, 1990; Lovera, 1989). El actor fundamental vuelve a ser el promotor (o dueño de la obra). En esta fase se operan diferentes modalidades de operaciones para llevar al mercado las obras, y allí aparecen nuevas manifestaciones de innovación, fundamentalmente en las áreas de gerencia y mercadeo, apoyadas por las novedades que en estos campos se han introducido.

Las innovaciones en esta área, apoyadas en las nuevas tecnologías de información y telecomunicaciones (TIC), así como en las nuevas modalidades de gerencia y mercadeo, no son muy diferentes de las que se encuentran en otras áreas de la economía, sin embargo, deben reflejar las especificidades de las obras de construcción y su variedad. De hecho se desarrollan técnicas para atender las características propias de estos mercados y sub-mercados, que implican formas de circulación (venta, arrendamiento, concesiones, etc.) según el tipo de producto, su destino y su forma de consumo (Cf. Cilento et.al., 1992, 1994; Lovera, 1989).

Los servicios técnicos de apoyo

A lo largo del proceso de promoción-construcción existen otros agentes que normalmente están fuera de las empresas promotoras y constructoras, pero que aportan una serie de servicios de apoyo indispensables para garantizar el proceso

en su conjunto. Es lo que han sido llamados servicios técnicos de apoyo a la producción (Cf. COTEC, 2000).

Se hacen presentes en diferentes momentos de la producción, en la primera fase de la promoción, en la construcción, en la segunda fase de la promoción y aún durante la fase de consumo de los productos de la construcción.

Se trata de organizaciones de ingeniería, arquitectura y consultoría, que prestan sus servicios en las fases de elaboración del proyecto; de laboratorios de control de calidad de los componentes y de la ejecución de la obra; de servicios de dirección o administración de obras u operaciones inmobiliarias; así como de institutos de investigación y desarrollo (públicos o privados) que prestan apoyo tanto a promotores como a constructores.

Innovación supra-empresarial

Dada la configuración particular del sector construcción, de su variabilidad y de sus organizaciones empresariales, muchas de sus actividades de I+D se realizan en un ámbito supra-empresarial o en otros ámbitos del sistema sectorial de la construcción. Ello se debe en parte a que “En las industrias basadas en tecnologías tradicionales, con una gran base de conocimientos empíricos y trayectorias maduras, la investigación industrial es más del tipo de actividades de ingeniería, que busca mejoras incrementales o innovaciones en métodos de manufactura o comercialización, y las innovaciones radicales de procesos y productos frecuentemente provienen de fuera de la industria (Avalos/Jaffé, 1992: 104).

La incertidumbre de la continuidad, sumado a un universo empresarial de pequeña talla en la mayoría de los casos, contribuye a que la innovación que se requiere en la construcción se produzca predominantemente fuera de las fronteras de las empresas con las excepciones del caso. Ello le da importancia a las organizaciones con capacidad de identificar problemas, con recursos de I+D y con posibilidades de ofrecer sus opciones al aparato productivo. Esto es moneda corriente en los países desarrollados, en los países subdesarrollados o en desarrollo se presentan frecuentemente problemas de comunicación entre el

Estado, las universidades e institutos tecnológicos con el sector productivo, son los “puentes truncados”, como los llama Silva Michelena (2005), dado que la innovación no es producto de la actividad rutinaria de las empresas sino que provienen de organizaciones externas a ellas, donde la asimilación de las innovaciones no siempre son comprendidas por los agentes de la producción, o donde se producen impases entre las necesidades inmediatas de las empresas y las propuestas de innovación con una visión de largo plazo que no siempre encuentra interlocutores. Este es un contexto que ha sido analizado frecuentemente en la relación entre instituciones académicas que hacen I+D, pero que no encuentran fácilmente su contraparte en el mundo de la producción (Cf. Ashby, 1970; Pirela et. al, 1991.a, 1991.b, Pirela (Ed.), 1996; Vessuri (Comp.), 1995, 1998; Sutz, 2007).

5.7. La construcción sostenible y la innovación

Una fuente muy potente de la innovación en la construcción es la presión cada vez más intensa de buscar opciones de formas sostenibles de producción, que en construcción son problemáticas y urgentes, dado el impacto de sus procesos productivos y productos sobre el medio ambiente.

Un prolífico conjunto de estudios y trabajos se orientan a buscar opciones para que la construcción adopte criterios de sostenibilidad. De nuevo, estas tendencias se presentan en el variado y desigual panorama de la economía internacional, donde las opciones debe considerar las diferencias entre los países desarrollados y subdesarrollados (Cf. Gabaldón, 2006), además de tomar en consideración las peculiaridades que se requieren para abrirle paso a la construcción sostenible y las oportunidades de innovación que ella comporta (Cf. Cilento, 1998, 2004.b, 2005.b; Acosta/Cilento, 2005).

El modelo dominante de producción que se impuso tras la revolución industrial (compartido por cierto por quienes defendían un esquema capitalista de libre mercado, socialista o de economía mixta), que partía del equívoco que el medio ambiente era un subsistema de la economía y no, como es en realidad, y al contrario, que la economía es un subsistema del medio ambiente, con las

consecuencias en términos de tomar en cuenta que para la producción no es indiferente el ciclo (y su tiempo) de regeneración de los recursos naturales renovables y, mucho menos, el agotamiento de los recursos naturales no renovables. La fuente de recursos, la madre naturaleza, no es infinita, y algunos de sus dones requieren de un tiempo para regenerarse y otros son finitos.

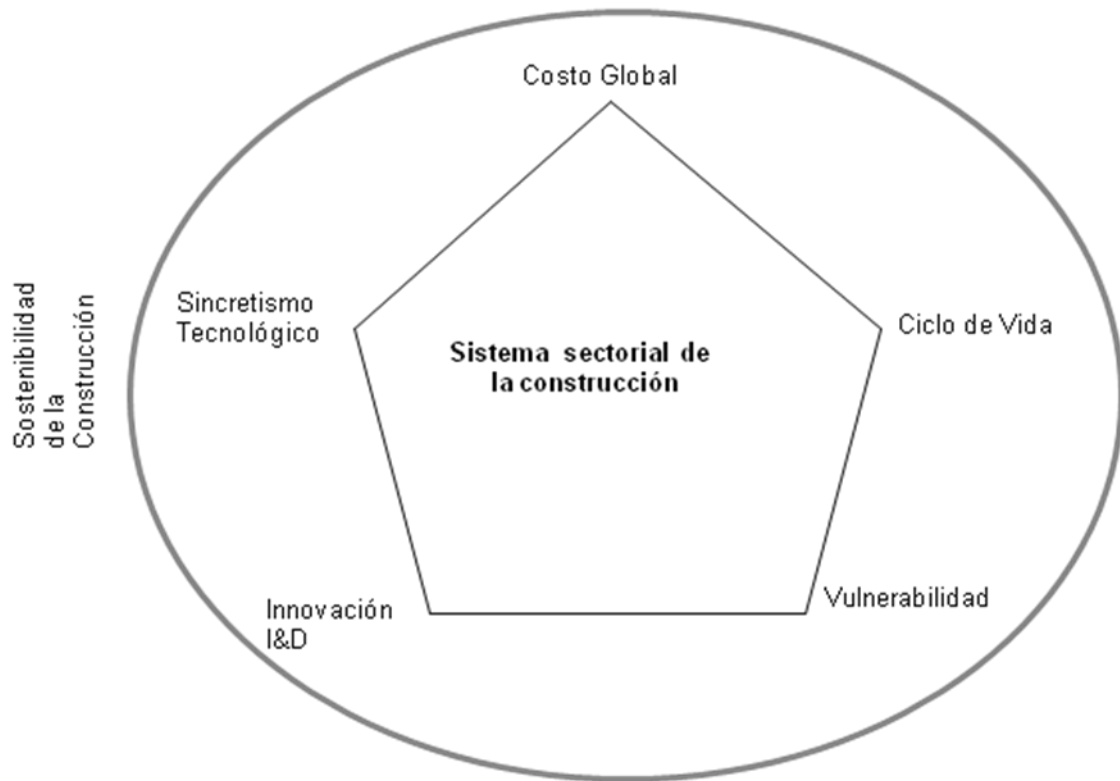
Para entender esta fuente y estímulo a la innovación es conveniente mirar en su conjunto los elementos claves de la construcción sostenible. Para ello nos valemos de un texto aún inédito (Lovera, 2006) donde abordamos estos asuntos.

Debemos de entender la construcción sostenible como un campo de aplicación sectorial de los principios generales de la sostenibilidad, lo cual implica enfatizar en las interacciones entre los procesos económicos con el medio ambiente, restableciendo la conexión entre ellos capaz de dar lugar a nuevas ópticas de producción y consumo (Cf. Naredo, 1997).

Para la presentación de los elementos claves de la construcción sostenible nos valemos de una metáfora geométrica: el *Polígono de la Construcción Sostenible*, en cuyo corazón se encuentra el Sistema Sectorial de la Construcción, entendido en este caso como “un sistema compuesto por subprocesos económicos, tecnológicos y ambientales que van desde la extracción de recursos hasta el reciclaje o la disposición final de desechos” (Acosta/Cilento, 2005). Por su parte, identificamos en los vértices del polígono los elementos clave de la construcción sostenible, a saber: costo global de la construcción; análisis del ciclo de vida de la construcción; sincretismo tecnológico; vulnerabilidad; e innovación e I+D para la construcción sostenible (Cf. Gráfico N° 7).

Gráfico N° 7

Polígono de la sostenibilidad de la construcción



Fuente: Lovera, 2006

El concepto de costo global implica la consideración de la construcción no sólo en su proceso productivo sino también de su mantenimiento a través del tiempo (Cf. Croome/Sherrat, 1980), buscando con ello aumentar la calidad, eficiencia y optimización de los procesos productivos y la operación de las obras.

El análisis del ciclo de vida enfatiza una óptica que mire los procesos productivos desde la "cuna hasta la tumba". De nuevo se trata de analizar el largo ciclo de producción, circulación y consumo, y las interrelaciones hacia atrás y hacia adelante para calibrar sus impactos económicos y ambientales. Ya no sólo se refiere a la producción y mantenimiento sino a las relaciones intersectoriales

que permiten dilucidar los impactos económico-ambientales en toda la cadena de producción.

El Sincretismo Tecnológico, tal como lo planteó Cilento (1996) para el análisis de la construcción implica la posibilidad de combinar producción a gran escala con tecnologías avanzadas y producción a mediana y pequeña escala con tecnologías intermedias y locales. Se trata de la convivencia (posible y conveniente) de todas estas opciones con mezclas tecnológicas variables.

La Vulnerabilidad de los asentamientos humanos y de su entorno, así como de la propia naturaleza para cumplir sus funciones medioambientales en relación con la actividad humana: proporciona recursos, asimila residuos y nos brinda servicios medioambientales (Cf. Jaccobs, 1997), son manifestaciones de la insostenibilidad del patrón dominante de producción y consumo, lo cual ha alimentado esta “sociedad del riesgo” en la que se ha convertido la humanidad actual (Cf. Beck, 1996, 2000). Esto es patente en la construcción y es un acicate para buscar un rumbo sostenible.

Para hacer emerger la construcción sostenible se requiere el sustento de la Investigación y Desarrollo (I+D) y la innovación para alimentar estrategias y líneas de acción que la hagan posible.

Si miramos el conjunto de elementos presentados podemos entender que este quinto vértice del Polígono de la Construcción Sostenible no es el único donde se concentran los estímulos a la innovación, es mas bien una consecuencia de la presencia de los otros elementos que catalizan la necesidad de la innovación en la construcción para hacerla compatible con la construcción sostenible. Todos ellos actúan como acicates para que la producir innovaciones. Una fuente de innovación potente que da a lugar a formas de producción que incorporan elementos y consideraciones que habían estado en gran parte ausentes en etapas anteriores de la construcción tanto en los países desarrollados y subdesarrollados, que ahora no pueden evadirse.

5.8. La innovación y el cambio socio-técnico en otras formas de producción

La innovación no sólo se produce en el ámbito típicamente empresarial, también se produce en otras formas de producción. Como se sabe, una parte sustancial, mayoritaria, de la producción habitacional en los países subdesarrollados es emprendida por los propios usuarios bajo diferentes modalidades, y con diversas articulaciones con el resto del sistema sectorial de la construcción.

Las formas mediante las cuales estos productores (familias, comunidades, cooperativas, etc.) abordan la producción del hábitat ha dado lugar a una fructífera línea de investigación (Cf. Bolívar, 1989.a, 1989.b., 1994; Lovera, 1983; Lovera/Marcano, 1986; Rosas, 2005; Riofrío/Duirant, 1987). Más allá de las exploraciones sobre las modalidades de la producción del hábitat popular, se ha incursionado sobre la formas híbridas mediante las cuales se introducen innovaciones en este ámbito que reúne las que se originan en el proceso convencional y las que son producto del encuentro de él con los ejecutantes del hábitat popular, que ya cuenta con un estudio específico que trata de desentrañar la interrelación y la sinérgia de diferentes fuentes de conocimiento (Cf. Rosas, 2005).

Se trata de un ámbito que tiene enorme interés dado que muestra nuevos caminos para la difusión/transformación de innovaciones a partir de una traducción por agentes a los que se les había prestado mucho interés como productores de espacio construido, pero respecto a los cuales no se había destacado su papel como agentes de innovación en un contexto de precariedad, lo cual deja ver una articulación interesante entre las innovaciones convencionales y las modificaciones que la propia población usuaria-promotora de vivienda popular es capaz de emprender.

5.9. Laberinto de entradas y salidas diversas

La metáfora del laberinto de innovación en la construcción que hemos propuesto es concebida, a diferencia de la versión tradicional, que tiene una sola entrada y después de sortear muchos vericuetos una sola salida, como un

entramado donde hay diferentes entradas y salidas. Hay diferentes opciones y trayectorias, según opciones socio-técnicas o del variado rol que desempeñan los innumerables actores en la urdimbre de la construcción, así como los lugares que ocupan en este tejido que es el Sistema Sectorial de la Construcción.

La construcción es doblemente heterogénea: domina una división del trabajo manufacturera, predominantemente heterogénea (de ensamblaje de productos independientes), pero igualmente heterogénea porque conviven ella diferentes modalidades de división del trabajo (desde la artesanía hasta la producción automatizada), según el papel que cumplan en el largo ciclo de vida de la construcción.

La innovación no tiene un curso único. Puede provenir de la producción de materiales y componentes, de la producción de maquinaria y equipo, de la propia organización del proyecto, del ámbito de la construcción, de las formas de suministro de las obras para su consumo, etc. Tiene, en fin, varias entradas y varias salidas posibles. Es un laberinto al que se puede entrar por diferentes puertas y recorrer variadas travesías, unas largas y otras cortas, y todas ellas son parte de ese ensamblaje final que es una obra de construcción y su ciclo de vida.

En cada una de esas estaciones y trayectorias se puede actuar siguiendo la inercia de la tradición productiva o modificándola, todo lo cual no es independiente de lo que haya ocurrido en los puntos nodales que hacen posible que germine una u otra opción (conservación o innovación).

La metáfora del laberinto es útil porque muestra la enorme variedad de posibilidades, aunque no son infinitas, de las rutas que puede recorrer la innovación de la construcción para germinar, sin ignorar que dada su complejidad no siempre encuentra terreno fértil, algo que es común a la innovación en cualquier sector, pues no basta una idea prometedora, incluso con viabilidad económica, ellas también requieren un clima micro, meso y macroeconómico favorable, y adicionalmente, un marco socio-institucional donde puedan prosperar, lo cual no siempre es el caso.

La trayectoria y el éxito en algún lugar del laberinto y/o su punto final depende de muchos imponderables, esa incertidumbre que acompaña a la

construcción y con la cual siempre se debate para ser a la vez conservadora e innovadora.

Tendencias de la innovación en la construcción

El estudio de la innovación en la construcción nos ha indicado el carácter complejo y multifacético que tiene. La prospectiva de la evolución y transformación socio-técnica de este ámbito de la producción requiere explorar ese entramado que se entreteje de los distintos componentes del Sistema Sectorial de la Construcción.

Empezaremos este recorrido con las principales tendencias internacionales que han identificado diferentes estudios académicos y empresariales, fundamentalmente basados en lo que acontece en el mundo desarrollado, que marca las fronteras más ambiciosas en la transformación socio-técnica de la construcción. Posteriormente haremos algunas consideraciones sobre la manera como estas tendencias se manifiestan en los países subdesarrollados, que aunque no están exentos de sus impactos, son sometidas al tamiz de su estructura socio-económica y sus demandas constructivas, que pueden indicar un ritmo y profundidad de los cambios socio-técnicos diversos.

6.1. Las tendencias internacionales

Diferentes análisis nos muestran las tendencias que cabe esperar de la evolución y transformación de la construcción en el panorama internacional. La profusión de textos sobre el particular nos obliga a escoger entre ellos aquéllos que reflejan las líneas gruesas de la prospectiva en el ámbito de la construcción, aunque muchos otros están reseñados en referencias bibliográficas de este texto y a los que nos hemos venido refiriendo (Cf. Cilento, 1988; COTEC, 1997, 2000, 2006; Salas, 1992, 2000; CIDEA, 1998; OPTI/LABEIN, 2003; Carassus, 2002; Carassus (Ed.), 2004; Acosta/Cilento, 2005; Blázquez, 2005; Monjo, 2005; Del Cano/De la Cruz, 2005; Del Cano et.al., 2007; ANMOPYC, 2007; ECTP, 2005, 2007; PTEC, 2005, 2006; Araujo, 2006; Moltke, 2007; Kasi et. al., 2007; WBCSD, 2007, 2009.a, 2009.b, 2010; Sosa et. al, 2008).

Hay diferentes maneras de identificar y clasificar las tendencias dominantes en el cambio socio-técnico de la construcción. Unas se pueden derivar de investigaciones plasmadas en las revistas especializadas de casos nacionales o en estudios que abordan ámbitos mayores, ya citados. En otros casos se trata de indagaciones con un propósito explícitamente prospectivo, bien de todo el ámbito de la construcción o de alguno de sus segmentos a partir de la aplicación del método Delphi a actores claves.

De las muchas posibles propuestas de taxonomía de los campos de innovación en la construcción, destacamos tres que resumen bien muchas de las que están disponibles (Cf. Cuadro N° 5).

Cuadro N° 5

Campos de la innovación socio-técnica de la construcción

Diferentes opciones de clasificación

- | | | |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Organización de la Producción • Materiales y Componentes • Maquinaria y Equipo • Obras de infraestructura • Fuerza de Trabajo • Educación, investigación y desarrollo | <ul style="list-style-type: none"> • Sostenibilidad • Seguridad de uso y mantenimiento • Recursos Humanos • Materiales • Mejora de Procesos • Maquinaria • TICs | <ul style="list-style-type: none"> • Nuevos modelos empresariales • Seguridad y salud • Sostenibilidad • Procesos, técnicas y materiales de construcción • Tecnologías |
|--|--|---|

Fuente: Cilento, 1998

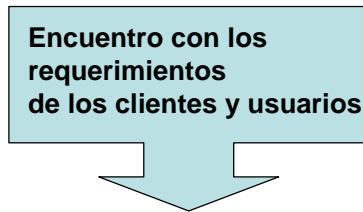
Fuente: OPTI/LABEIN, 2003

Fuente: AMMOPYC, 2007

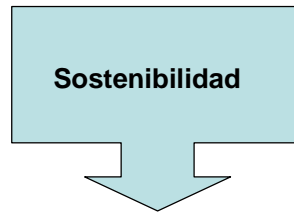
De igual manera, vale la pena destacar el esfuerzo europeo a partir de la creación de la Plataforma Tecnológica Europea de Construcción y sus versiones nacionales, entre ellas la española, que han definido una visión de largo plazo (año 2030) y una agenda de investigación para buscar concretarla, que también ayudan a definir los campos prioritarios de la innovación de la construcción. Otros esfuerzos por identificar las tendencias y los campos donde centrar el interés y el esfuerzo se han realizado en otras latitudes (EEUU, Asia y Oceanía), si bien su matriz institucional es diferente, aunque cada vez es más frecuente la búsqueda de la sinergia entre los diferentes actores en la red que está implicada en la producción del medio ambiente construido, como también en otros sectores productivos donde se insiste en la combinación de competencia y colaboración.

Una visión sintética de lo que se presenta como líneas estratégicas y agenda de investigación en el campo de la construcción en el caso europeo (y español) las resumimos en los cuadros que siguen (Cf. Cuadros N° 6 y 7).

Cuadro N° 6
Agenda Estratégica de la
Plataforma Tecnológica Europea de la Construcción



- Entornos constructivos saludables, seguros y accesible para todos
- Nueva imagen de las ciudades
- Uso eficiente del subsuelo de las ciudades
- Movilidad y abastecimiento mediante redes eficientes



- Reducción del consumo de recursos (energía, agua y materiales)
- Reducción del impacto medio-ambiental y antropogénico
- Gestión sostenible de las redes de transporte y servicios
- Patrimonio cultural vivo para una Europa atractiva
- Mejora de la seguridad

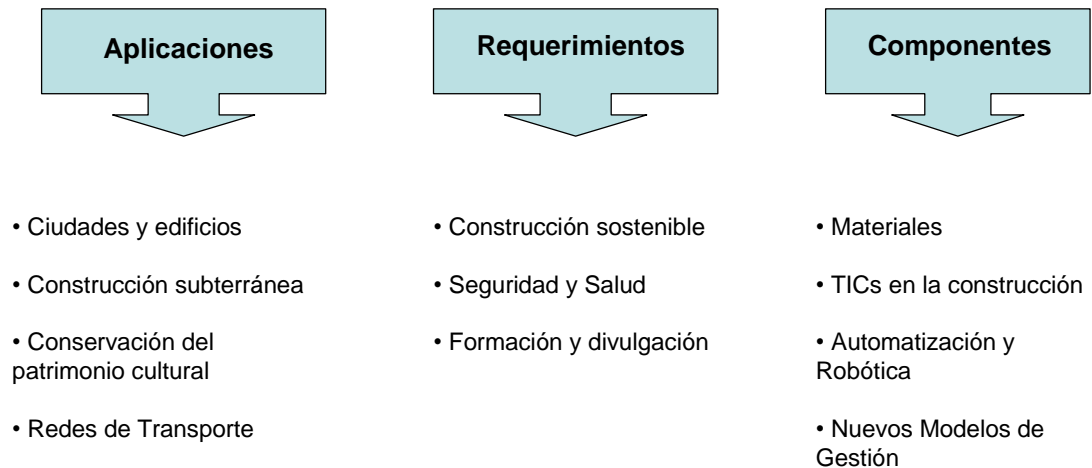


- TIC y Automatización
- Materiales de construcción con un alto valor agregado
- Lugares de trabajo atractivos

FUENTE: ECTP, 2007

Cuadro N° 7

Agenda Estratégica de Investigación de la Plataforma Tecnológica Española de la Construcción



Fuente: PTEC, 2006

En ese mismo sentido, el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD, por sus siglas en inglés), ha desarrollado el proyecto *Visión 2050*, que consiste en una plataforma para impulsar el desarrollo sostenible, así como un conjunto de estudios sectoriales, entre los que se encuentran los referidos a eficiencia energética en edificaciones, en producción de materiales de construcción, en infraestructura y en las ciudades. Aunque la visión cubre un campo más amplio que las edificaciones, las ciudades y su entorno, apunta a varios de los aspectos que se han destacado como motores del cambio socio-técnico (Cf. WBCSD, 2010, así como los otros trabajos ya reseñados).

A partir de estos insumos podemos presentar un panorama general de estas tendencias de la innovación socio-técnica de la construcción que trate de reflejar lo que, al parecer, son las dominantes con las variaciones que modulan la

ubicación geográfica, el grado de desarrollo, las variaciones de los ciclos y otras consideraciones referidas a cada segmento de la construcción. Están inspiradas en los textos citados al inicio del capítulo y no pretenden sino mostrar un mapa sin entrar en el análisis y la consideración de cada bloque y sus componentes.

Para facilitar la identificación de las principales tendencias de cambio socio-técnico en el Sistema Sectorial de la Construcción las hemos agrupado en las siguientes áreas: Nuevos modelos de gestión de la producción; Procesos, técnicas y materiales de construcción; Seguridad y salud en la construcción; Recursos Humanos en la construcción; Sostenibilidad en la construcción; Maquinaria y equipo para la construcción; y Nuevas Tecnologías de Información y Telecomunicaciones (TIC). Por supuesto, entre estos diferentes conjuntos se presentan solapes e interrelaciones, pero tienen por objeto hacer más clara la exposición.

Nuevos modelos de gestión de la producción

- ❖ Orientación al cliente,
- ❖ Asociación con otras empresas
- ❖ Outsourcing
- ❖ Formación y trabajo de redes
- ❖ Formación de redes electrónicas inter-empresariales
- ❖ Combinación de la globalización y deslocalización de la producción con su construcción en sitio
- ❖ Desarrollo e implantación de sistemas integrados de calidad, medio ambiente y seguridad laboral
- ❖ Integración de la cadena de valor y trabajo cooperativo entre diferentes componentes del Sistema Sectorial de la Construcción
- ❖ Reducción de costos totales a la luz del ciclo de vida completo de las obras
- ❖ Reducción de desperdicios y de tiempos muertos entre procesos de las obras
- ❖ Sistemas administrativos más eficientes que articulan a la variada gama de actores de la construcción
- ❖ Creciente articulación entre profesiones técnicas implicadas en la concepción del proyecto y su ejecución; y entre los variados ejecutantes de las obras
- ❖ Desarrollo de sistemas para acumular conocimiento y aprendizaje de las obras y de la ejecución de los proyectos
- ❖ Mejoramiento y optimización de los procesos de regulación de la construcción
- ❖ Desarrollo de incentivos de apoyo institucional y financiero para la innovación y la sostenibilidad en la construcción
- ❖ Combinación de nuevas construcciones con mantenimiento y rehabilitación-transformación de obras existentes (con énfasis diferentes en países desarrollados y subdesarrollados).
- ❖ Mayor participación e influencia de los usuarios en las diferentes fases de la construcción (sobre todo en la producción de edificaciones)

Procesos, técnicas y materiales de construcción

- ❖ Construcción en seco
- ❖ Construcción desmontable (deconstrucción)
- ❖ Materiales con mayor aislamiento térmico y acústico
- ❖ Materiales compuestos con propiedades específicas y ventajas de costo
- ❖ Nuevas técnicas y sistemas para diferentes sub-procesos
- ❖ Reciclado y valorización de materiales o subproductos de la propia construcción, de otros sectores industriales, de residuos y desechos
- ❖ Bricolaje tecnológico doméstico (“hágalo usted mismo”)
- ❖ Tecnologías multi-materiales
- ❖ Ahorro de materiales (preservando las prestaciones funcionales)
- ❖ Combinación de grandes plantas de producción (para el mercado global o nacional) con aquellas de pequeña escala y series cortas de producción (para el mercado local e insumos disponibles)
- ❖ Organización de redes locales de productores que se complementan
- ❖ Nuevos materiales
- ❖ Materiales y componentes concebidos y diseñados para funcionar con sistemas alternativos de generación de energía
- ❖ Sincretismo tecnológico (combinación de diferentes tecnologías de variado grado de sofisticación y mecanización)
- ❖ Trabajo interdisciplinario y transdisciplinario para la innovación y la ejecución de procesos productivos

Seguridad y salud en la construcción

- ❖ Prevención de accidentes de trabajo
- ❖ Gestión de seguridad y salud en el trabajo adaptado a la provisionalidad de obra
- ❖ Reducción de la siniestralidad
- ❖ Formación y capacitación de personal en obra: integración de de educación, conocimiento y aprendizaje a lo largo de todo el proceso de construcción y del ciclo de vida de las obras
- ❖ Seguridad en el uso de las construcciones

Recursos Humanos en la construcción

- ❖ Oficios tradicionales de la construcción con importantes cambios por efecto de nuevos materiales, equipos y procesos.
- ❖ Formación polivalente de los operarios de la construcción
- ❖ Persistencia de las modalidades de flexibilización laboral
- ❖ Subcontratación de mano de obra
- ❖ Impacto de la normalización y estandarización de las unidades de obra y de la industrialización de procesos sobre oferta, demanda y sobre perfiles y competencias obrera, técnica y profesional.
- ❖ Educación continua y reentrenamiento del talento humano de la construcción

Sostenibilidad en la construcción

- ❖ Reuso y reciclado de componentes
- ❖ Concepción de diseño con criterios de sostenibilidad
- ❖ Tecnologías no contaminantes
- ❖ Ahorro de energía
- ❖ Métodos constructivos más sostenibles (consumo más eficiente de materiales y energía)
- ❖ Generalización del análisis del ciclo de vida de las construcciones (desde la cuna a la tumba y viceversa)
- ❖ Construcción de calidad para el alargamiento de la vida útil de las obras (construir bien desde el inicio)
- ❖ Reducción y gestión de residuos
- ❖ Producción local y flexible

Maquinaria y equipo para la construcción

- ❖ Sistemas de control automáticos para maquinaria
- ❖ Desarrollo de la robótica para operaciones peligrosas y para ciertos subprocesos
- ❖ Maquinaria específica para tareas menores que faciliten el trabajo manual
- ❖ Desarrollo de maquinaria que integre diferentes operaciones de subprocesos de trabajo y con diferentes materiales
- ❖ Nuevos conceptos de fabricación de máquinas y controles más flexibles y adaptables a configuraciones de fabricación distintas

Nuevas Tecnologías de Información y Telecomunicaciones (TIC)

- ❖ Tecnologías que facilitan el trabajo de cooperación en las fases de proyecto, ejecución, explotación y mantenimiento de las obras
- ❖ Metodología, sistemas y sensores para monitorear estructuras y optimizar su utilización y mantenimiento.
- ❖ Sistemas de transmisión de información técnica
- ❖ Uso de simulación, modelización y realidad virtual en la construcción
- ❖ Aplicaciones para la supervisión y vigilancia remota de la obra durante el proceso de construcción
- ❖ Posibilidades de adaptación de la construcción al cliente/usuario mediante el uso de la informática y la realidad virtual
- ❖ Comunicación entre proyecto, diseño, suplidores y construcción y posibilidades de “justo a tiempo” en la construcción
- ❖ Optimización de procesos administrativos por el uso generalizado de herramientas informáticas

6.2. Desarrollo desigual en las tendencias

Es conocido que el desarrollo capitalista no es uniforme en el territorio mundial, por ello se insiste en su carácter *desigual*. Diferentes análisis y denominaciones se han adoptado para caracterizar esta situación: subdesarrollo, capitalismo periférico, capitalismo tardío, y más recientemente, economías semi-industrializadas o neo-industrializadas, nuevos países industrializados (NPI) o países emergentes; todas ellas deben entenderse como componentes de un proceso, no como una secuencia ineluctable sino como manifestaciones en el tiempo y el espacio del desarrollo capitalista, adoptando modos particulares en un panorama de asimetrías entre países centrales o hegemónicos y países periféricos, aunque esta fisonomía es cambiante y deja espacio para transformaciones importantes en la estructura económico-social de diferentes formaciones sociales en cada etapa histórica. Es claro que cuando hoy hablamos del desarrollo desigual del capitalismo no nos referimos a las primeras formulaciones de la teoría centro-periferia que en su momento, los años cincuenta del siglo XX formuló la CEPAL, y que muchos de sus propulsores revisaron críticamente (Cf. Prebisch, 1981), sin que por ello dejen de estar presentes las asimetrías entre países centrales y periféricos, sólo que la segmentación y dinámicas de unos y otros mostraron ser mucho más intensas de lo que

originalmente se postuló, sin que por ello se pueda desconocer que aunque con otra fisonomía, el desarrollo desigual sigue presente.

Las críticas que han recibido las teorías del desarrollo, del imperialismo, las cepalinas y de la dependencia, así como las más recientes sobre la globalización, no pueden obviar que en cada fase se producen efectos diferenciales, con ganadores y perdedores, pero que dejan abiertas posibilidades para que en nuevas zonas, incluidas las del llamado Tercer Mundo, se operen procesos de desarrollo capitalista, mientras otras se mantienen rezagadas. No es este el lugar para una consideración detallada de este debate que es amplio y nos alejaría de nuestro foco, pero del mismo vale la pena retener dos aspectos que han resultado cruciales: que es necesario un análisis dialéctico entre factores externos e internos que explican el tipo de desarrollo en cada zona y en cada tiempo; que en ciertas circunstancias, al contrario de lo que postulaban las teorías cepalinas y de la dependencia, la zona periférica puede sufrir mutaciones que la coloquen en la corriente económica hegemónica, aunque bajo modalidades particulares, que no reproducen las formas precedentes del desarrollo capitalista (Cf. Kalmanovitz, 1983; González et.al., 1987; Bustelo, 1990; Lipietz, 1992; Fajnzylber, 1983, 1987, 1992).

Para nuestros efectos, para identificar el grado de penetración e influencia de las tendencias de cambio socio-técnico en la construcción, cabe diferenciar entre las formaciones sociales centrales, donde las tendencias anotadas germinan abiertamente; formaciones sociales emergentes (semi-industrializados o NPI), donde se operan procesos de incorporación de dichas tendencias, pero con las peculiaridades de un capitalismo que ha penetrado sus poros en un tiempo histórico dilatado y, por tanto, con formas particulares, también por los espacios histórico-sociales donde se han producido; y formaciones sociales subdesarrolladas, donde los efectos de los cambios socio-técnicos, aunque no están ausentes, son tamizados por las características de estas formaciones económico-sociales y por tanto se reflejan de una manera particular y matizada en el sistema productivo de la construcción.

El grado de penetración de dichos cambios socio-técnicos estará marcado por las características de los distintos países en términos de su estructura económica, por el nivel de desarrollo de la construcción en cada uno de ellos, por su vinculación mayor o menor con el mercado mundial, por su capacidad de adquirir y asimilar las innovaciones.

También estará modulada por el tipo de necesidades constructivas que muestra cada una de las formaciones económico-sociales. En efecto, tal como ha planteado Carassus (2002) en los países desarrollados la demanda de construcción está crecientemente dominada por el mantenimiento del stock existente más que por las nuevas construcciones, dado el largo período de construcción nueva a partir de la posguerra, a pesar que en ciertos países se han vivido períodos de euforia constructiva, sobre todo de edificaciones, que están en la base del estallido de la “burbuja inmobiliaria”, como ilustran los casos más recientes de EEUU y España, pero que se han producido en otras épocas (Cf. Naredo, 2003, 2004, 2009, 2010).

6.3. Las tendencias en los países emergentes

En los países llamados emergentes o de reciente industrialización (NIC), presentes en varios continentes, pero cuyos casos emblemáticos y más avanzados lo han representado los “tigres asiáticos” (Cf. Bustelo, 1990) y otro grupo de países que han despuntado posteriormente en diferentes continentes, ciertamente con potencialidades disímiles y en cierto caso inciertas, las transformaciones de su estructura económica y su papel cada vez más importante en la economía mundial suponen una actividad constructiva intensa para garantizar las condiciones generales de producción y reproducción de la fuerza de trabajo.

En algunos de estos casos, sobre todo aquellos que provienen del finado mundo del llamado campo socialista, el cambio de patrón productivo ha conllevado a una reestructuración y producción del medio ambiente construido para responder a la nueva óptica, lo que ha supuesto la producción de edificaciones y obras civiles para apuntalar esa orientación a la economía de mercado.

Tantos los primeros países emergentes, fundamentalmente asiáticos, como los que le siguieron, tanto en los países del anterior campo socialista, como en otras zonas hasta un cierto momento subdesarrolladas en las cuales se han operado transformaciones que las colocaron en otro nivel en el mapa del desarrollo capitalista, implicaron (o implican para las que siguen esta tendencia más recientemente), la necesidad de adecuar las estructuras físicas y la trama territorial y urbana a su nuevo papel en la división internacional del trabajo.

Adicionalmente, una de las características de los países emergentes, los de la primera hora y los posteriores, es que han desarrollado capacidades de producción de materiales y componentes constructivos en renglones en los cuales dependían de otros países o han incursionado en el campo de los nuevos materiales y, por otra parte, se han incorporado al mundo de las economías que producen maquinaria y equipo para la construcción, un renglón que antes dependían de un grupo de países desarrollados, pero que ahora es competido en ciertas áreas por los países emergentes, algo que contrasta, como veremos, con los países subdesarrollados, que siguen dependiendo de otros países para dotarse de ese capital fijo, pero ahora con una oferta más diversificada.

6.4. Las tendencias en los países subdesarrollados

Aunque con más fuerza en los países desarrollados y en los países emergentes, las tendencias de cambio socio-técnico en la construcción no dejan de influir en los países subdesarrollados de diferentes maneras y con diferente intensidad. Como se ha señalado, estas tendencias e innovaciones en la construcción tienen y tendrán su impronta sobre arquitectos, ingenieros, promotores, constructores y consumidores de estos países (Cf. Cilento, 1998).

En los países subdesarrollados o de la periferia capitalista, por su parte, persisten importantes necesidades constructivas insatisfechas lo cual obliga a mantener un ritmo constante y creciente, cuando los recursos disponibles lo permiten, en la actividad de la construcción, tanto en la producción de edificaciones como en el campo de las obras civiles.

En el caso de los países subdesarrollados se agrega la importancia de la actividad constructiva ejecutada por iniciativa de los propios usuarios, especialmente en el ámbito de la producción habitacional, que da lugar a los barrios populares (o sus denominaciones asociadas según los países: barriadas, villas-miseria, favelas, colonias populares, etc.), donde imperan una abigarrada mezcla de formas de producción, pero donde al contrario de lo que ciertas interpretaciones sostuvieron durante mucho tiempo, se operan procesos de incorporación de innovaciones, como lo ha mostrado la investigación más reciente sobre el particular para el caso venezolano (Cf. Rosas, 2005), así como otras indagaciones anteriores (Cf. Lovera, 1983; Lovera/Marcano, 1986; Bolívar, 1989.a; Bolívar et.al, 1994), que insistían en no ver este segmento productivo como anclado en el tiempo y con técnicas arcaicas e inmodificables.

Está claro que el acceso de los sectores de bajos ingresos a algunas de las innovaciones requiere de ciertas condiciones mínimas (económicas), pero la dimensión de las barriadas, donde vive 50% o más de la población urbana en el caso de América Latina, supone que aunque los pobres viven en ellas, no todos los que viven en las barriadas están en situación de pobreza (Cf. Mac Donald, 2002; CEPAL, 2003). Esto implica que existen ciertos segmentos de la población con posibilidades de financiar algunas innovaciones, pero además, muchas de las innovaciones son de proceso y de reorganización del proceso de trabajo y en muchos casos suponen ahorros por optimización. En otros casos son el resultado de la hibridación de las técnicas convencionales con las aportadas por los constructores populares mediante su experimentación por ensayo y error (Cf. Rosas, 2005).

Pero hay otros elementos que tienden a modular la presencia de las tendencias de cambio socio-técnico en la construcción en los países de la periferia capitalista:

La producción de maquinaria y equipo, sobre todo la de mayor complejidad, está concentrada en ciertos países desarrollados y más recientemente en algunos países emergentes. Buena parte del mercado mundial se aprovisiona de la industria productora de capital fijo de esos países y, por tanto, es en ellos donde

se manifiestan las tendencias indicadas de innovación socio-técnica en lo que a que producción de maquinaria y equipo para la construcción se refiere. La actividad de la construcción de otros países depende de estas fuentes, mucho más en el caso de los países subdesarrollados donde el sector de producción de maquinaria y equipo en general y para la construcción en particular es inexistente o de poca significación, en general sólo se reduce a equipos y herramientas menores.

Aunque la producción de materiales y componentes constructivos más comunes está más generalizada en la mayoría de los países, con niveles tecnológicos muy diversos, y según el grado de desarrollo en el que se encuentre su sistema productivo (también el mundo subdesarrollado está segmentado), sobre todo ciertos insumos derivados de las nuevas tecnologías no se producen sino en algunas partes del planeta y pocos de ellos en los países subdesarrollados.

Una asimetría adicional se produce en la producción de obras civiles, sobre todo las de mayor complejidad y a veces en la producción de edificaciones, que son ejecutadas por empresas extranjeras o transnacionales, tanto de países centrales como emergentes. La complejidad técnica, la dimensión requerida para este tipo de empresas, el carácter singular de las obras civiles o de infraestructura, el tamaño de los mercados, entre otros elementos, inducen que fuera de ciertas obras que posibilitan un mercado de cierta continuidad (como la construcción de vialidad), muchas de las obras civiles sean ejecutadas por empresas cuyo ámbito de actuación es el mercado internacional, que es el que puede garantizarle la continuidad en sus operaciones.

Sin embargo, no puede desconocerse que en ciertos países subdesarrollados con mercados muy amplios de obras civiles por su extensión territorial y/o que hayan contado o cuenten con ingresos por encima de la media de sus congéneres por razones de la importancia de sus exportaciones (petroleras, mineras, agrícolas), las posibilidades del desarrollo de un segmento de empresas de obras civiles se ha hecho realidad y, en algunos casos, han sido capaces de extenderse más allá de sus fronteras.

Este también es el caso de países que han desarrollado y cuentan con una larga tradición de producción en el segmento de las edificaciones. En unos casos, no ha requerido apelar a otros para atender su producción doméstica edilicia, en otros, dada la experiencia acumulada han sido capaces de ofrecer sus servicios a otros países, sobre todo a los más cercanos geográficamente, tanto en la producción en sitio como suplidores de materiales y componentes (incluyendo paquetes de elementos para producción de edificaciones pre-fabricadas). Esta capacidad de oferta exportable también se ha extendido a servicios de diseño de obras requeridas por otros países.

Tanto en el segmento de las obras civiles como en el de las edificaciones en el caso de los países subdesarrollados, se pone en evidencia la segmentación que se produce en la enorme variedad de ellos. El desarrollo desigual no sólo se produce entre países centrales, emergentes y subdesarrollados, también en este último espacio se manifiesta en su interior. Un gradiente de situaciones se presenta en ese conjunto heterogéneo que da lugar a que la actividad de la construcción tenga manifestaciones muy diversas y, por tanto, al grado de penetración de las tendencias de cambio socio-técnico señaladas. La consideración de las características de cada país, de cada formación socio-económica señalará las potencialidades y restricciones de la actividad de la construcción en cada una de ellas.

Sea cual sea el nivel de desarrollo de un país, sus necesidades constructivas tienen que ser atendidas por requerimientos imperiosos con diferentes calidades, aunque sean precarias en el caso de los países subdesarrollados. En esta parte del mundo, por cierto mayoritaria, caben muchas opciones y posibilidades. En muchos casos la agenda no es infinita por las restricciones que penden sobre ellos, tanto por su estructura socio-económica como por las prioridades políticas que se establecen respecto a este campo de actuación.

6.5. Tendencias y deseos

Hay en el mundo actual, formuladas fundamentalmente en los países desarrollados, aunque con ensayos de aplicación también en algunos países emergentes y subdesarrollados, varios enfoques que tratan de “apurar” ciertas tendencias deseadas por algunos actores y analistas de la actividad de la construcción. La realidad es terca y los cambios socio-técnicos en la construcción no pueden ignorar su configuración particular. Puede progresar su industrialización pero dentro de ciertos límites, aquéllos que están condicionados por la construcción en sitio (y en un terreno distinto cada vez), el carácter singular de las obras, la organización de la producción mediante la alianza temporal de empresas y trabajadores, y la incertidumbre de la continuidad de las operaciones.

Hay, sin duda, innovaciones destacadas en muchos de los segmentos del Sistema Sectorial de la Construcción, particularmente en los ámbitos de maquinaria y equipo, y en materiales y componentes; también en los procesos de diseño y elaboración de proyectos, en las posibilidades de recoger las necesidades de los usuarios, pero todas estas innovaciones aunque impactan de manera significativa a la industria de la construcción propiamente dicha, se topan con ciertos límites por las características ya señaladas de la esfera de la producción del medio ambiente construido. Lo que esto indica es que los procesos de cambio socio-técnico se ven tamizados por esas características y sólo parcialmente pueden tomar los caminos de la industrialización y automatización que han sido característicos de otros sectores productivos. Más que ausencia de innovación en la construcción lo que se opera, como hemos reiterado, es una forma particular que refleja la estructura de esta actividad económica, pudiéndose adicionalmente identificar rutas generales a toda la rama y particulares a cada uno de sus segmentos (obras civiles y edificaciones).

Aunque se pueden encontrar obras de construcción donde se hallan presentes las tendencias más sofisticadas (automatización, robotización, etc.), siguen siendo en general casos aislados (como una edificación totalmente automatizada). En la generalidad de los casos, aún en los países desarrollados, mucho más en los que se encuentran en otros estadios de desarrollo, lo

dominante es una mezcla de diferentes opciones tecnológicas y organizativas, aunque marcadas por la impronta de las innovaciones.

Una transformación más radical y generalizada de la construcción requiere la generación de un tejido socio-institucional en el que se encuentren enlazados los diferentes componentes del Sistema Sectorial de la Construcción y sus actores, como los esfuerzos que bajo esta óptica representa, por ejemplo, la Plataforma Tecnológica Europea de la Construcción y sus capítulos nacionales, a los cuales ya nos hemos referido (Cf. ECTP, 2005, 2007). No hay que menospreciar otros esfuerzos en este sentido liderizados por empresas emblemáticas y de gran porte, como las implicadas en el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD, por sus siglas en inglés), que pueden servir de catalizadores, aunque sin olvidar la enorme dispersión empresarial de la construcción, lo cual hace que los impactos de reorganización tanto de la rama como de todo el Sistema Sectorial de la Construcción sea mucho más complejo que en otros tejidos productivos mucho más concentrados.

Así como en el pasado prosperaron enfoques que catalizaron el cambio socio-técnico en la actividad de la construcción, en lugar destacado las iniciativas diversas de industrialización de la construcción (prefabricación cerrada y abierta, pero también los esfuerzos de racionalización), en la actualidad estos enfoques, tras su balance crítico, se dirigen a asimilar sus enseñanzas integrándolos con una visión de conjunto de las características del proceso de producción de la construcción. No debe olvidarse que los puntos de quiebre que dieron lugar a grandes transformaciones de la construcción están asociados a innovaciones en materiales y componentes y maquinaria y equipo que abrieron espacio para nuevos procesos y productos, pero también a períodos donde se produjo la posibilidad de una continuidad y encadenamiento de la actividad de la construcción (reconstrucción europea, construcción masiva de promoción estatal en los países del finado campo socialista, ciertas etapas de construcción masiva de infraestructura y edificaciones en algunos países subdesarrollados) y, como hemos señalado, cuando la construcción ya no contó con esa continuidad, las innovaciones se incorporaron a las prácticas constructivas, aunque conviviendo

con formas anteriores, dado los límites técnico-económicos para la aplicación de tecnologías de producción masiva.

A la par de las innovaciones que se han producido en diferentes ámbitos del Sistema Sectorial de la Construcción, tomados individualmente, destacan tres enfoques que se centran en proponer una reorganización del proceso productivo en la búsqueda de elevar su productividad y desempeño, y que tienen mucho en común aunque sus voceros traten de diferenciarlas. En muchos de sus aspectos estos enfoques integran las innovaciones que se han ido acumulando en la construcción a través del tiempo, e incorporan a su proceso innovaciones en otros ámbitos (como las TIC y nuevas modalidades de gestión de la producción) que pueden ayudar a una elevación de la productividad en el funcionamiento de la construcción, sin desconocer los límites de la aplicación de estos enfoques.

Los enfoques que destacamos son los siguientes: 1) la corriente de la *Lean Construction* (construcción sin desperdicio o sin pérdidas) (Cf. Koskela, 1992; Koskela/ Vrijhoef, 2000; Vrijhoef/ Koskela, 2005); 2) enfoque de *Open Building Manufacturing* (manufactura abierta de construcción) (Cf. Kasi et.al., 2007); 3) *Erabuild: Plug&Play project (proyecto enchufar y usar)* (Cf. Moltke, 2007).

Todos estos enfoques tienen como orientación básica la búsqueda de acercar la construcción a la producción industrial típica (su modelo es la industria automotriz y los métodos japoneses de gestión de la producción).

El enfoque de *Lean Construction* parte de un análisis crítico de la forma como opera la construcción poniendo de manifiesto la diferencia entre las actividades que no agregan valor (flujos) y aquellas que sí agregan valor (conversiones) (Cf. Koskela, 1992; Koskela/ Vrijhoef, 2000; Vrijhoef/ Koskela, 2005) . A partir de este análisis se presentan un conjunto de principios para mejorar y optimizar la gestión de los proyectos, que implican lo siguiente: 1) reducir o eliminar hasta donde sea posible actividades que no agregan valor; 2) incrementar el valor del producto con base en los requerimientos de los clientes tanto internos (aquellos involucrados en el propio proceso de producción), como externos (cliente final); 3) reducir la variabilidad dentro de los límites donde ello sea factible; 4) reducción del tiempo del ciclo (bajo la orientación de justo a tiempo;

5) simplificar por medio de la minimización del número de pasos y componentes del proceso de producción; 6) incrementar la flexibilidad de la producción (diseño modular, estandarización, mano de obra polivalente); 7) incremento de la transparencia del proceso para todos sus participantes; 8) centrar la atención sobre el control general del proceso productivo; 9) institucionalizar el mejoramiento continuo; 10) actuar tanto en el mejoramiento de flujos como de conversiones; 11) referenciar, observando y adoptando las mejores prácticas (*benchmarking*) en otras empresas (Cf. Botero, 2008).

El enfoque *ManuBuild* (manufactura abierta de edificaciones) (Cf. Kazi et al. (Ed.), 2007) propone entender e incentivar la producción de edificaciones a partir de un enfoque holístico que integre: conceptos de producción abierta, procesos de gestión innovadores, tecnologías de producción basadas en TIC, así como apoyada en el entrenamiento para promover una industria de la construcción ágil, orientada a producir valor, basada en el conocimiento y centrada en el cliente. Esta visión que se pretende alcanzar se detalla en una estrategia donde se definen lo que se entiende por producción abierta de edificaciones y los elementos que contiene, las innovaciones en procesos de gestión y comerciales, el papel de las nuevas tecnologías de construcción (con énfasis en fabricación flexible, articulación de plantas de componentes y producción en obra), así como la utilización intensiva de las TIC para el diseño, la producción en sitio, la articulación con empresas de materiales y componentes y maquinaria y equipo, y para dotar a clientes y usuarios de herramientas que le permitan ejercer un rol más destacado.

Este enfoque rescata la herencia de los planteamientos y realizaciones sobre la construcción industrializada (con énfasis en la producción de edificaciones), pero poniendo énfasis en hechos y potencialidades que emergen de los propios cambios socio-técnicos de la construcción en las últimas décadas: el claro predominio de la industrialización abierta; el amplio desarrollo de una industria de materiales y componentes y de maquinaria y equipo que facilitan la estandarización; el impacto de las tecnologías de información y comunicación (TIC) que abren un campo amplio para su utilización en todo el ciclo de vida de las construcciones, desde su concepción y diseño hasta su producción y

comercialización, así como para su monitoreo en las etapas de operación, mantenimiento, reutilización (y demolición si fuera el caso). Este enfoque ayuda a identificar nodos donde se pueden hacer avances más significativos en la productividad y a darle un papel más activo a los demandantes (clientes-usuarios) en la orientación de la construcción que, de esta manera, se orienta a la producción de valor, supeditando a los productores en las diferentes etapas a las necesidades de los demandantes (Cf. Kazi et. al. (Ed.), 2007; Eichert/Kazi, 2007).

El enfoque *Erabuild: Plug & Play Project*, parte de un concepto de construcción y de relaciones entre sus actores involucrados que se orienta al uso durable y a todo lo largo del ciclo de vida de las edificaciones (Cf. Moltke, 2007). Comparte con el anterior abordaje su énfasis en la producción abierta y flexible a partir del ensamblaje de componentes a partir de una oferta de elementos producidos industrialmente. Insiste en la importancia de la articulación entre los diferentes actores involucrados en el proceso y su conexión con los usuarios. Pone mayor énfasis en la consideración de la necesidad de tener presente el ciclo de vida de la construcción, y trata de orientarse y lograr resultados más flexibles que minimicen la reacción adversa que la monotonía de las construcciones industrializadas ha generado en la población. Según su óptica, las nuevas tecnologías y la generalización de una oferta de componentes abren la posibilidad del encuentro de la estandarización con la diversidad en la construcción. Su símil es la industria de la cocina (y no tanto la industria automovilística), donde el usuario tiene amplias posibilidades de conformar y modificar a partir de la escogencia y ensamblaje de diferentes componentes constructivos.

Este enfoque aunque trata de diferenciarse explícitamente del anterior, comparte muchos de sus elementos: construcción a partir de una producción abierta que ensambla componentes disponibles, pero con posibilidades diversas; supone una industria de materiales y componentes ampliamente estandarizada, lo cual es parcialmente cierto, al menos en los países desarrollados; no profundiza en los problemas complejos del ensamblaje en sitio; resalta como todos los enfoques actuales de la construcción y de todas las actividades económicas el cambio de énfasis del productor al consumidor como orientador de la organización

del proceso productivo y su resultado. Su diferencia respecto a la ManuBuild es la orientación a la diversidad, que no está negada en el enfoque anterior, pero no es su preocupación fundamental.

Estos tres enfoques presentados, con gran visibilidad en el escenario internacional, comparten un elemento en común, su preocupación por hacer compatible la construcción con la sustentabilidad, con la búsqueda de reducir el impacto inevitable de la actividad de la construcción sobre el medio ambiente.

Aunque estos enfoques pueden ayudar a hacer progresar la productividad en la actividad de la construcción y reducir algunos de sus bloqueos más conspicuos, no han podido transformarla en lo que no es: una actividad de producción continua, capaz de adoptar los patrones de la industria en serie. Ya señalamos en otro capítulo cómo este tipo de propuestas supone un grado de estandarización de los procesos de trabajo y las obras, de automatización y de flujos continuos que en general no están presentes en la construcción en sitio (Cf. Shields/West, 2000). Sin embargo, para ciertos tipos de obras donde hay menos sub-procesos de trabajo involucrados y éstos tienden a acercarse a procesos de producción orgánicos (por contraste a los de tipo heterogéneo), estos enfoques han mostrado su utilidad para optimizar los procesos de construcción, diferentes aplicaciones así lo testimonian (Cf. Botero/Álvarez, 2005; Alarcón et.al., 2008; Botero, 2008). El balance sobre la aplicación de estas propuestas tiene sus logros y limitaciones. Hay una distancia entre los deseos y lo que logra concretarse. En unos casos porque las tendencias del cambio socio-técnico en la construcción no se generaliza, conviven diferentes situaciones con un alto grado de variedad. En otros, y es el caso de los países subdesarrollados, porque ciertas condiciones necesarias para que ciertas tendencias se hagan hegemónicas no están presentes, en la industria de producción de materiales y componentes, en la de maquinaria y equipo, en la forma que adopta la organización de la industria de la construcción o las articulaciones débiles entre los componentes del Sistema Sectorial de la Construcción, sumado a problemas de institucionalidad frágil y al efecto de las políticas macro-económicas y una muy cambiante política del Estado frente a la arena de la construcción.

Otro problema que presentan estos enfoques es que se centran en los asuntos que tienen que ver con la actividad de la construcción como ámbito empresarial pero, como se sabe, no toda construcción está necesariamente asociada a esa lógica, hay promoción de construcción desde el Estado que aunque sea ejecutada por empresas privadas de la construcción, que es el caso más frecuente, en su concepción y ejecución operan otras lógicas que no son necesariamente las de las empresas. Mucho más evidente es este asunto cuando analizamos la producción de edificaciones ejecutadas por iniciativa de la población, es fundamentalmente el caso de la producción habitacional de los sectores de bajos ingresos, actividad de primer orden en el mundo del subdesarrollo, y no ausente completamente en los países desarrollados y emergentes.

Estos fenómenos y las características que toma la producción del medio ambiente construido y sus innovaciones en estos lugares del mundo, no están bien reflejados por un enfoque puramente empresarial de la industria y el sistema sectorial de la construcción.

Caminando por el laberinto de la innovación en la construcción

Consideraciones finales

Llegado a este punto del análisis, estamos en condiciones de anudar los hilos que hemos ido tejiendo a lo largo de estas páginas y mostrar lo que consideramos las luces que contribuyen, creemos, a iluminan una mejor comprensión de la innovación en la construcción.

Nuestras preguntas de investigación eran las siguientes:

- *¿Qué características tiene la rama y el Sistema Sectorial de la construcción que obligan a una mirada particular de ellos?*
- *¿Qué nos puede decir la investigación sobre innovación y cambio socio-técnico sobre la rama de la construcción?*
- *¿Cuáles son las rutas que toma la innovación en la rama de la construcción?*
- *¿Cuáles son los ámbitos y actores de la innovación de la construcción?*
- *¿Qué nos dice la investigación sobre estos asuntos?*
- *¿Cómo entender la dinámica de la innovación en una manufactura predominantemente heterogénea como la construcción en países subdesarrollados?*
- *¿Cuáles son los caminos que toma la innovación de la construcción en las formaciones sociales de la periferia capitalista?*

De los elementos presentados y del análisis realizado es evidente que la industria de construcción y el Sistema Sectorial de la Construcción que la contiene, merecen una óptica particular que refleje sus características y peculiaridades, dado que no son asimilables a otras otras modalidades de división del trabajo.

La investigación sobre innovación y cambio socio-técnico tiene mucho que aportar al análisis de la construcción, pero requiere mostrar sus diferencias respecto a la matriz dominante de dichos estudios.

Las rutas de la innovación en la construcción tienen una trayectoria que difiere de los sectores intensivos en conocimiento. Hay un rol más destacado de los efectos que provienen de sus relaciones intersectoriales.

Los ámbitos y actores de la innovación en la construcción tienden a ser mucho más variados que en otras actividades económicas. Ello está relacionado con la constelación de agentes que intervienen y la complejidad de la urdimbre productiva que está implicada, además de los altos niveles de incertidumbre que esta actividad implica.

La investigación sobre la construcción y sobre sus procesos de innovación es desigual. Con mucha mayor continuidad en los países desarrollados, en el mundo subdesarrollado con períodos de auge, declinación y reanimación. El tema de la innovación se ha hecho más visible en las últimas décadas, lo que ha aportado nuevos enfoques y hallazgos, mostrando un camino analítico que ilumina una comprensión más detallada de sus procesos.

Aunque la dinámica de la innovación en la construcción en todas las formaciones sociales tiene una matriz común, la que se deriva de sus características estructurales, es posible identificar peculiaridades según el lugar central o periférico de su despliegue. El contraste más destacado puede ser la prioridad en los países desarrollados del mantenimiento del patrimonio construido, mientras en los países subdesarrollados siguen sin satisfacerse necesidades constructivas básicas.

En los países subdesarrollados la innovación de la construcción sigue algunos patrones similares a los que se presentan en los países desarrollados, pero en los primeros toma caminos particulares, especialmente en el segmento habitacional por la significación que tiene en ellos la iniciativa propia de los pobladores, obligados por las circunstancias a emprender la construcción de sus propias viviendas. Aún en estos casos la innovación no está ausente, pero toma los caminos de una opción tecnológica sincrética, con una traducción que implica

tanto las formas convencionales como las derivadas de sus condiciones precarias de producción del medio ambiente construido.

En otros segmentos del sistema sectorial de la construcción, las variaciones del patrón socio-productivo prevaleciente en el mundo son menores, pero siempre moduladas por las características de estas formaciones sociales, donde una abundante mano de obra hace posible la persistencia de modalidades de producción que han sido dejadas de lado en los países desarrollados,

En fin, la innovación en la construcción en las zonas subdesarrolladas, aunque siguen el parámetro de los países desarrollados, se ven modificadas por ciertos parámetros y necesidades constructivas, todo lo cual obliga a entender este proceso de innovación en la construcción como una mezcla de tendencias generales y especificidades del contexto donde se aplica, en este caso en las formaciones sociales de la periferia capitalista.

7.1. Laberinto de la innovación y sincretismo tecnológico

El análisis hasta ahora realizado nos conduce a los siguientes resultados:

Las características tanto de la industria de la construcción como del conjunto que la contiene, el Sistema Sectorial de la Construcción, que es una urdimbre abigarrada de procesos y actores, hace que los procesos de innovación y cambio socio-técnico se operen en medio de un laberinto, pero a diferencia de la imagen común que evoca esta figura, una entrada, que tras muchos pasadizos que no tienen salida y otros que tras muchos vericuetos conducen a la única salida, en el caso de la construcción el laberinto tiene varias entradas y salidas o desenlaces posibles.

La actividad de la construcción no tiende a operar con un patrón homogéneo, contiene en su seno una variedad de formas productivas con diferentes grados de complejidad técnica y organizativa, dependiendo de las características de las obras, de su dimensión, de sus usuarios, de las características de la formación social donde se ejecuta, y muchas otras consideraciones que la condicionan, como lo hemos venido ilustrando. Lo más frecuente no es un esquema productivo único, tampoco una opción técnica y de

organización de la producción predominante. Lo común es la variedad, lo sincrético, lo híbrido, en el sentido de permitir la convivencia de procesos de diferentes grados de complejidad, y, de otra parte, valorar las fuentes heterogéneas del conocimiento (Cf. Cilento, 1996, Vessuri, 2004, 2008).

Podría decirse que en todas las actividades económicas se producen estos procesos donde conviven formas de producción diversas, sólo que en la construcción su presencia es mucho más destacada. En otros sectores también hay intensas relaciones intersectoriales que condicionan el desempeño de la actividad donde confluyen, sólo que en la construcción es más acentuada.

Las tendencias de cambio socio-técnico de la construcción se operan en todo su tejido, unas provienen de los ámbitos más inmediatos de la producción en sitio o de la interfase entre la concepción y diseño de las obras y su puesta en ejecución; otras provienen de transformaciones producidas en procesos y productos en los elementos que confluyen en la construcción: materiales y componentes; maquinaria y equipo; fuerza de trabajo. Otras más se manifiestan en ellas, pero provienen de otros sectores: impacto de las nuevas tecnologías que posibilitan y estimulan nuevas formas de producción y gestión.

Aunque las tendencias de cambio socio-técnico se manifiestan de manera diferencial según el segmento de la construcción (edificaciones u obras civiles), según su escala (grandes, medianas y pequeñas obras), según el tipo de formación social y su grado de desarrollo (desarrollados, emergentes o subdesarrollados), según disponibilidades nacionales (de recursos naturales, de acceso a la tecnología, de financiamiento, etc.), según la influencia y orientación de las políticas públicas, hay ciertas líneas gruesas de los cambios socio-técnicos que empujan a enlazarse con las tendencias prevalecientes. Ciertamente la fuerza e intensidad de la manifestación de dichas tendencias dependerá de factores estructurales y coyunturales, pero es difícil que no se hagan presentes.

7.2. Análisis estructural y análisis histórico

Samuel Jaramillo (2009) ha llamado la atención sobre la importancia de combinar el análisis estructural con el análisis histórico para poner de manifiesto la

forma como los constreñimientos estructurales se ven modificados dentro de ciertos límites por la acción de los actores sociales y nos permiten mostrar las formas concretas como se manifiestan y se modifican los elementos estructurales en las formaciones sociales concretas.

En el presente trabajo nos hemos detenido en el primer momento, el del análisis estructural. El análisis histórico requeriría un trabajo de sistematización que desborda nuestras posibilidades actuales, aunque hay avances parciales en este terreno efectuadas por investigadores tanto de países desarrollados como de los países que ocupan un lugar periférico en la cadena económica internacional (Cf. Topalov, 1987; Carassus, 2002 Caracssus (Ed.), 2004; Martín, 1994, 1998, 1999, 2007; Cilento et.al., 1999.a; Cilento, 1990; Jaramillo, 1981, 2009; Bolívar/Lovera, 1982; Bolívar, 1989.a; Lovera, 1982, Lovera/Marcano, 1986; Nicolescu, 1999; Connolly, 1988, 2007; Schteingart, 1989; Lungo/Oporto, 1986; Panaia, 2004; entre otros). Este tipo de abordaje histórico permite completar una visión integral, pero en nuestro caso, lo dejamos como materia para investigaciones futuras sin olvidar su importancia.

El que nos hayamos concentrado en el enfoque estructural nos ha conducido a privilegiar un alto nivel de abstracción donde las líneas maestras que rigen la estructura y comportamiento de la construcción necesariamente tienen un alto grado de generalidad, aunque hemos tratado de advertir las variantes más destacadas que tienden a presentarse. Ellas nos indican cuáles son los principales mecanismos de estructuración y operación de la construcción. Ello se ha hecho con una mirada analítica que trasciende la industria o rama de la producción propiamente dicha para abarcar al conjunto del tejido productivo de la construcción que hemos llamado, siguiendo a otros autores (en especial Carassus, 2002, 2004), el Sistema Sectorial de la Construcción.

7.3. Desarrollo desigual

Nuestro análisis ha partido de la caracterización de la actividad de la construcción (rama y sistema) a la luz del desarrollo capitalista, vale decir del análisis desde la óptica de la búsqueda de la acumulación y reproducción del

capital en la rama. No obstante, se ha insistido en la necesidad de considerar una estructura de producción y gestión donde aún en los países desarrollados se presentan diferentes configuraciones desde el punto de vista de las formas de producción, algunas de las cuales distan de un patrón típico de desarrollo capitalista, en unos casos por las peculiaridades de la rama, en otros casos por la persistencia de formas de producción y gestión anteriores (aunque modificadas en su convivencia con formas más sofisticadas de producción capitalista). De nuevo debemos recordar que estas manifestaciones de heterogeneidad tienen expresiones diferentes en los dos grandes segmentos de la actividad de la construcción: la producción de edificaciones y la de obras civiles o de infraestructura, siendo en el primer subconjunto donde son más conspicuas las formas híbridas y sincréticas, aunque no están del todo ausentes en el segmento de las obras civiles.

Hemos hablado en varios lugares de estas paginas de la llamada periferia capitalista, recordando que esta definición y ubicación no es estática sino cambiante, aunque no deja de mostrar que en cada período histórico hay centros de gravitación más importantes y otros que lo son menos en la dinámica general, y que tal configuración da lugar a asimetrías en el conjunto, lo que en términos de los análisis del proceso de globalización actual se han identificado como países o regiones ganadoras y perdedoras en dicho proceso. Es en definitiva una manifestación del desarrollo desigual del capitalismo que se expresa igualmente en los procesos internos de cada formación social. Si en el proceso general esto es como lo que se ha anotado, no hay razón para que en las formaciones sociales de la periferia actual del capitalismo la actividad de la construcción no se vea sometida a un proceso similar, con mucho mayor razón dado que, como hemos reiterado una y otra vez, la construcción, en particular algunos de sus segmentos, es muy proclive mantener y a recrear formas de producción y gestión que otras esferas de la producción han abandonado al menos en los países donde se ha extendido más las formas capitalistas de producción.

Estas diferencias de tiempo y modalidades en las formas de organización de la actividad de la construcción en diferentes formaciones sociales son hechos

que no se pueden evadir a la hora de entender su comportamiento en cada una de ellas, lo cual es tarea del abordaje histórico, pero tiene consecuencias igualmente importantes en el nivel de abstracción del análisis estructural. Su consideración permite una visión que da cuenta de todas las piezas que hay que tener presente para identificar el funcionamiento de la construcción, una actividad que es heterogénea, no sólo por su división del trabajo dominante, sino porque es capaz de albergar formas de producción diversas, organizaciones de la producción y actores variados que confluyen con sistemas de estructuración y motivación plurales.

7.4. La doble naturaleza de la construcción: producción y servicio

A diferencia de otras esferas de la economía donde sus límites están mucho más precisamente establecidos, en el caso de la construcción es posible hablar de su doble naturaleza. Es una actividad que da lugar a un producto: espacio construido o medio ambiente construido, edificaciones u obras civiles de distinto tipo. De otra parte, es el soporte material para prestar un servicio. Es a esta doble característica que se refiere Jaramillo (2009, ya planteadas por él en la primera edición de ese libro en 1994), cuando se refiere a las articulaciones primarias del suelo urbano a través de la industria de la construcción, y a las articulaciones secundarias a través de sus usos (habitacional, industrial, comercial). Posteriormente, Carassus (2002), ha insistido en la doble naturaleza de la construcción al destacar la necesidad de mirar la cara productiva y la cara de servicio prestado por las obras de construcción.

Esta doble naturaleza de la construcción, que no hay que confundir con las actividades a las cuales le presta soporte, como ha recordado Pradilla (1984), nos muestra una faceta compleja de la construcción. Ella produce estructuras físicas (la obra de construcción), pero igualmente ella tiene un papel en la operación de la actividad o uso que alberga, aunque estos últimos puedan y deban ser analizados más allá de las estructuras físicas donde se despliegan, la construcción no es un factor indiferente a la forma de operar, como no lo es respecto a la dinámica de las rentas del suelo urbano (Cf. Jaramillo, 2009).

7.5. Las rutas de los cambios socio-técnicos en la construcción

Hemos insistido en que, aunque no es exclusivo a la construcción, las rutas de los cambios socio-técnicos en ella son más intensamente variadas que en otros ámbitos. Ello está alimentado por diferentes fuentes.

La propia rama (industria de la construcción) muestra una configuración interna en formas de producción, esquemas de organización empresarial (tamaño, especialización, permanencia, etc.), continuidad en las operaciones, incertidumbre de la continuidad, fragilidad en el aprendizaje y su conservación, variedad de productos que acomete, etc., que excede en mucho a otras ramas, además que la obra queda fijada al terreno donde se construye.

En la esfera de la producción del medio ambiente construido confluyen una plétora de actores (promotores, propietarios de terrenos, constructores, proyectistas, diseñadores, etc.), que con diferentes motivaciones, lógicas de operación y con gran frecuencia encarnados en diferentes organizaciones o personas, actúan en ella, y cuya articulación no siempre es fácil.

Otros componentes de su trama productiva, sobre todo en el ámbito de la producción de materiales y componentes, no tanto en la producción de maquinarias y equipos, también muestra una gran variedad en formas de producción, donde conviven desde las artesanales o semi-artesanales, las manufactureras, las industriales y automatizadas. La articulación de estos variados elementos supone un proceso complejo que pocas veces son fáciles, y con resultados variados en términos de calidad y productividad de las obras.

Los diferentes tipos de obras y destinatarios dan lugar a formas de distribución (comercialización) que también suponen diferentes modalidades y actores según el caso (Cf. Lovera, 1989).

Las formas de consumo (uso) de las obras de construcción (individual, colectiva; productiva y no productiva) también tienen sus efectos sobre su organización y operación (Cf. Villanueva, 1982).

Todo ello nos lleva a que en la actividad de la construcción conviven diferentes rutas (y posibilidades) de cambio socio-técnico. Y las formas que se han analizado a lo largo de este trabajo, y creemos que también en la realidad, por las

evidencias disponibles, no son excluyentes sino complementarias. Son un tejido de posibilidades que operan según la metáfora evocada en estas páginas: un laberinto de diferentes entradas y salidas.

Aquí han sido mostradas diferentes rutas (no excluyentes) de los cambios socio-técnicos en la construcción:

1. Las que destacan diferentes grados de innovación, desde la rutinaria y menor hasta la radical y mayor (Cf. Slauther, 1998)
2. Las que hacen énfasis en el carácter de los procesos de trabajo y su carácter homologable o no homologable, y sus potencialidades de transformarse en procesos de producción orgánicos, cuasi-orgánicos, heterogéneos o industriales o automatizados (Cf. IDEC-SEU-IU, FAU, UCV. Equipo de Investigación INCOVEN, 1986.a, 1987, 1988).
3. Las rutas que tratan de ubicar los diferentes planos en los cuales se pueden operar las innovaciones socio-técnicas en la construcción: en el proceso de trabajo, en los sub-procesos, en el proceso general (Cf. IDEC-SEU-IU, FAU, UCV. Equipo de Investigación INCOVEN, 1986.a; Lovera, 2004).
4. Las rutas, algunas de las cuales ya están incluidas en las anteriores, donde innovaciones técnicas u organizativas impactan la organización y desempeño de la construcción están igualmente influidas por lo que acontece en otras ramas relacionadas: la producción de materiales y componentes y la producción de maquinaria y equipo.

Una consideración particular merece el caso de las ramas que se dedican a la producción de materiales y componentes, aunque tienden a adoptar los patrones más avanzados de la manufactura orgánica y de la producción industrial y automatizada, presentan una fisonomía como conjunto muy variadas modalidades

de división del trabajo, capacidad productiva y tamaño. Esto es así tanto en los países desarrollados como en los subdesarrollados, aunque en estos últimos es mucho más marcada esas variaciones de escala y grado de tecnificación. En ambos casos, la estructura de los establecimientos industriales muestra lo que es común al conjunto de la industria manufacturera, hay un número significativo de empresas pequeñas y medianas, pero las grandes son las responsables de la parte más significativa de la producción. En el caso de los países subdesarrollados, además de las empresas pequeñas y medianas hay un importantísimo número de micro-empresas (que emplean menos de 5 trabajadores), aunque su producción por establecimiento y en el conjunto es magra (Cf. Lovera (Coord.), 2005).

Como se ha puesto en evidencia en los capítulos anteriores, el rol de la empresas productoras de insumos constructivos y capital fijo en la dinámica del cambio socio-técnico de la construcción está determinada por lo contrastante de las características de la industria de la construcción propiamente dicha, respecto a las de estas ramas económicas que alimentan de materiales y maquinarias a la producción en sitio del medio ambiente construido, con una actividad menos sometida a la incertidumbre y la discontinuidad, con organizaciones empresariales más estables, de un tamaño más grande (en capital y capacidad productiva), con mayor capacidad y/o potencialidad de acumular aprendizaje tecnológico, mostrando un comportamiento más parecido en cuanto a dinámicas de cambio socio-técnico a las descritas por los estudios dominantes de economía y sociología de la innovación. Ello conduce a estas organizaciones a contar con un clima más favorable para la innovación de mayor radicalidad, que desde allí se difunde con mayor o menor éxito hacia las empresas que ejecutan las obras.

En contraste, las empresas que se ocupan de la producción en sitio (la industria de la construcción) que sólo en pocos casos acometen la totalidad de las obras, con frecuencia son una alianza temporal de capacidades empresariales y laborales, están sometidas a fluctuaciones más fuertes en sus operaciones cuya continuidad está amenazada por la incertidumbre de nuevas obras.

Ciertamente, esta situación de volatilidad ha sido respondida en ciertos segmentos con estrategias de operación que tienden a minimizarlas, mientras en otros segmentos no es fácil morigerar sus efectos. El primer caso es de empresas de mayor tamaño (por su capital, por el monto de obra ejecutada, por el personal contratado), más frecuente en el segmento de las obras civiles, pero también en menor medida en el de edificaciones. Otra variante de estas estrategias para asegurar una mayor continuidad (y por ende una mayor estabilidad de las empresas) es la de empresas especializadas en ciertos componentes de las obras, que aseguran de ese modo un trabajo continuo para una variedad de clientes. Pero el grueso de la actividad de la construcción es acometida por empresas de pequeño y mediano tamaño, cuyas operaciones están sometidas a una continuidad de operaciones incierta (Cf. Bolívar/Lovera, 1982; Angarita, 1990).

Que esta taxonomía de empresas constructoras con predominio de las pequeñas y medianas empresas es un rasgo estructural se puede constatar con los datos que tanto en los países desarrollados como en los de la periferia capitalista que muestran que el número de empresas pequeñas y medianas ronda en ambos casos en el 90% de ellas (Cf. OIT, 1991, 2001; COTEC, 1997, 2000; Carassus (Ed.), 2004; Kazi et. al., 2007). Como hemos señalado, que el número de empresas sea predominantemente PYME, no quiere decir que el volumen de producción de ellas sea igualmente significativo, aunque para evaluar este otro aspecto no hemos hallado estadísticas concluyentes, en el segmento de las obras civiles no es muy difícil deducir que la mayor parte de la producción es responsabilidad de las grandes empresas. En la producción de edificaciones el asunto es más complejo, y hay diferencias marcadas entre lo que sucede en los países desarrollados y en los de la periferia. Pero, además, debe tenerse presente que como la construcción en sitio es la confluencia de diferentes organizaciones (y hasta trabajadores independientes) para conformar una obra, allí se encuentran los promotores de la obra (y sus actividades asociadas de obtención del terreno, organización del proyecto, diseño de la construcción, gestión de la producción, etc.), las organizaciones productivas (contratistas generales, empresas especializadas, etc.) y usuarios, en cada una de estas instancias se producen

iniciativas y efectos que son capaces de desencadenar cambios socio-técnicos en la construcción.

7.6. Relaciones de trabajo e innovación

Otro ámbito que no puede dejarse de considerar es el que se opera en las relaciones de trabajo en la construcción. Dado su carácter predominante de manufactura, la forma de gestión de la fuerza de trabajo es fundamental en su operación. Tanto en las empresas que actúan como contratistas generales, como las que acometen partes de la obra, al ser esta última un producto parcial que se va conformando por trabajos que van ensamblándose para dar lugar al producto final, se abre la posibilidad, y en efecto así ocurre, que conviven diferentes formas de organización del trabajo en una obra. Diferentes modalidades de división del trabajo y de gestión de la fuerza de trabajo conviven. Unas asociadas a la operación del trabajo continuo, pero sólo para una parte de la obra; otras de piezas fabricadas fuera de la obra (o en talleres manufactureros en sitio) que se ensamblarán para ir conformando la construcción. La importancia de la gestión de la fuerza de trabajo en una manufactura (predominantemente heterogénea) como la construcción y para entender los caminos particulares de sus cambios socio-técnicos explica la importancia que se le ha dado a estos aspectos en los análisis de su estructura y comportamiento, como lo indicamos en su momento (Cf. Campinos-Dubernet, 1984.a, 1984.b, 1984.c., 1985; Coriat, 1984; Lovera, 1986; Connolly, 1998; Du Tertre, 1998; Panaia (Comp)., 2000; Carassus, 2002; Panaia, 2004).

Recordemos que en la gestión de la fuerza de trabajo en las obras de construcción nos encontramos con lo siguiente: un parte menor del personal en obra es fijo; la parte sustancial de la fuerza de trabajo es contratado para cada fase de la obra; algunas de partes de las obras son producidas mediante contrato por empresas especializadas o trabajadores independientes que se insertan en la producción en sitio. Algunos componentes complejos han salido del taller-obra y se han trasladado (por que llamamos el “estallido” o “explosión” del proceso productivo) a manufacturas independientes que las suministran para ser

ensambladas en las obras por quienes laboran en ellas. Otros componentes que habían tomado el camino anterior regresan a las obras en pequeños talleres manufactureros o equipos que las conforman en el propio sitio de la obra (es lo que llamamos un proceso “implosión”).

La subcontratación es una modalidad de larga data en la construcción. Ella se basa en un elemento común: la desagregación de la construcción en partes, fases o sub-procesos relativamente independientes que a posteriori se ensamblan para dar lugar a la totalidad de la obra. El análisis técnico-económico de cada obra indicará que tipos de trabajo y segmentos de la obra será ejecutado por el personal de la empresa contratista general responsable de la construcción, y que otras labores serán subcontratadas a personal ajeno a dicha empresa. Aquí caben dos modalidades: la subcontratación de mano de obra y la subcontratación de empresas especializadas (de diferente talla y nivel técnico).

El significado de estas dos formas de subcontratación es radicalmente diferente.

Es muy común que se asocie la subcontratación con trabajo precario. Aunque la subcontratación de mano de obra es una vía que facilita la precarización del trabajo, al evadir ciertas regulaciones laborales, no necesariamente es así, se puede presentar subcontratación de mano de obra que cumpla con las condiciones básicas de la legislación laboral, pero ello dependerá de la capacidad de hacerla cumplir por organizaciones sindicales y estatales. Pero ciertamente con mucha frecuencia, tanto en países desarrollados como subdesarrollados, la subcontratación de mano de obra facilita la precarización del trabajo. Lo que queremos enfatizar es que esta no es la única motivación de la utilización de este expediente: las características de la construcción estimula de por sí la aparición de esta figura y frecuentemente está asociada a formas de producción más tradicional con las excepciones del caso. Ello sin ignorar que de predominar una subcontratación de mano de obra que estimule el trabajo precario, comporta riesgos adicionales en términos de perpetuación del deterioro de las condiciones laborales y otros efectos socio-políticos (Cf. Iranzo/Richter, 2006).

La subcontratación de empresas especializadas antes que perpetuar las formas de producción tradicionales, más bien representan un camino para hacer viable la introducción de innovaciones destacadas en la construcción, pero que toma este camino al permitirle a las empresas que la ejecutan una continuidad y un tamaño que no sería posible si se dedicaran a todas las actividades que la construcción de obras significan, como señalamos previamente. Ciertamente, no todas las empresas especializadas son de gran talla y de elevado nivel técnico, pero las que sí ostentan estas características logran en general un desempeño destacado que le permite a algunas de ellas extenderse más allá del mercado nacional y abarcar mercados sub-regionales e incluso mundiales, precisamente por centrarse en un nicho muy específico, especializado y de una demanda variada.

Siendo la construcción una actividad donde, aún con las nuevas modalidades de producción, predomina (con diferentes énfasis según el segmento, obras civiles o edificaciones, según la magnitud de obra) la fuerza de trabajo, una parte sustancial de la innovación en ella depende de lo que suceda entre los trabajadores, sus calificaciones y su desempeño. Aún las innovaciones “importadas” desde sus sectores conexos suponen nuevas competencias en el seno de la producción en sitio y retos particulares en la formación profesional y de la mano de obra que no siempre son fáciles por la fragilidad en la continuidad de la mayoría de las empresas lo cual se levanta como obstáculo para la acumulación del aprendizaje socio-técnico y su replicabilidad (Cf. CIDEDEC, 1998; OIT, 2001; Panaia, 2004).

7.7. Construcción sostenible e innovación

Como ya hemos señalado, otro elemento transversal que condiciona y estimula la innovación en la construcción es la preocupación por la sostenibilidad en sus diferentes dimensiones (económica, social, ambiental). Este un factor que actúa como catalizador de cambio socio-técnico en la construcción, una actividad que tanto en la producción en sitio, como en las ramas que la alimentan de materiales y componentes y de capital fijo, implican, por razones de su operación,

un efecto destacado sobre el medio ambiente. Si para otras ramas de la producción es un asunto de enormes exigencias, en el caso de la construcción es mucho mayor dado que cualquier tipo de construcción supone una intervención sobre el medio ambiente para modificarlo y transformarlo. Conciliar las necesidades de la producción de estructuras físicas para albergar las más variadas actividades y usos con una forma que mitigue su impacto sobre el medio ambiente y tome en consideración el ciclo de vida de las construcciones para moderar sus efectos inevitables sobre el entorno, ciertamente es un reto, pero abre ventanas de oportunidad para idear formas de construcción más amables con el medio ambiente.

En un capítulo precedente de este trabajo señalamos los caminos posibles para que la demanda y necesidad de una construcción sostenible sirva de acicate de la innovación en la construcción. Este es un campo en el cual los vasos comunicantes entre los diferentes componentes del Sistema Sectorial de la Construcción se hace evidente. No hay posibilidad de construcción sostenible si se resume solamente a alguno de sus elementos. Su imbricación obliga a que en todo el ciclo de vida del producto se operen acciones y orientaciones que conduzcan a una nueva forma de construcción que minimicen su impacto pernicioso social, económico y ambiental.

La búsqueda de un camino para alcanzar una construcción sostenible implica una mezcla particular y eventualmente un círculo virtuoso, no excepto de tensiones respecto a las formas convencionales de operación de los agentes económicos, que permite el encuentro de innovaciones socio-técnicas en un escenario capaz de conciliar, dentro los límites en que ello es posible, de la producción del medio ambiente construido con una óptica de desarrollo sostenible. Y ello supone un motor de innovación porque hay que idear caminos que hagan posible ese encuentro tan difícil de la construcción con la sostenibilidad.

7.8. Metáfora laberíntica

De los elementos presentados se puede derivar que la innovación y el cambio socio-técnico en la construcción proviene de varias fuentes y transcurre

por caminos diversos. La metáfora que hemos escogido para describir ese proceso nos parece útil, sólo que a diferencia del modelo conocido, no hay una sola entrada ni una sola salida, aunque sí un camino escabroso para dar con alguna salida. La diferencia de esta metáfora es que en el caso de la construcción diverge de lo que esta imagen evoca. Hay diferentes entradas, diferentes trayectorias y diferentes salidas.

La construcción es una esfera de la producción que tiene características particulares, ella es diferente, como lo son sus caminos de operación e innovación. El cambio socio-técnico en ella toma rutas muy diversas. El menosprecio de sus procesos particulares en los cuales transcurren las novedades y las mutaciones se deben a esquemas interpretativos que buscan asimilar a procesos que en su origen y desarrollo son distintos. Esta actividad ancestral como lo es la construcción, ha sido penetrada por las formas capitalistas de producción, pero con significativas modificaciones, determinadas la mayor parte de ellas por un tipo de producción que aunque es la transformación en productos, típicas del sector secundario de la economía, pone en evidencia sus diferencias. Sus productos son el resultado de operaciones productivas que van sumando productos parciales hasta lograr el ensamblaje de una obra completa. En cada paso lo tradicional o lo innovativo es una posibilidad.

En los sectores industriales la ruta de la innovación ha sido descrita, y tiene una trayectoria que normalmente se puede identificar. En construcción la situación es mucho más variada.

Nuestra metáfora para describir la innovación en la construcción es un laberinto de varias entradas y salidas, que sólo comparte con la imagen del laberinto tradicional los abigarradas trayectorias para que se logre dar con una salida viable.

La innovación en la construcción se asemeja, y esta es nuestra metáfora, al de un laberinto que tiene varias entradas y varias salidas.

Ese tejido o red que es el laberinto de la innovación en la construcción provee una explicación para entender cómo confluyen diferentes actores y acciones para asegurar los cambios socio-técnicos en la construcción.

Un laberinto de la innovación de la construcción, es la imagen que escogimos para mostrar que la innovación y el cambio socio-técnico en ella transcurre en una trama que tiene varias entradas y varias salidas, y estas últimas marcan sobre el terreno las diferentes rutas del cambio socio-técnico en la construcción.

La construcción tiene rutas particulares para sus cambios socio-técnicos. La innovación transcurre por esas diferentes rutas de entrada y salida que conforman el laberinto de la innovación de la producción del medio ambiente construido.

Bibliografía y Referencias Bibliográficas

Hemos querido reunir aquí el conjunto de textos que hemos utilizado a lo largo de la investigación y no sólo aquellos que están expresamente citados a lo largo del trabajo, que son una parte sustancial de ellos, como una contribución adicional a los estudiosos de estos asuntos y como un resultado de esta indagación sobre construcción e innovación.

Abbott, Carl (2008), *An innovation platform for construction, (NWUA pilot Project to develop innovation platforms in non-science research disciplines*, Salford Centre for Research & Innovation, University of Salford.

Acosta, Domingo (1986), "Una propuesta para mejorar la productividad en la construcción de viviendas: Aplicación de métodos para planificar la producción": *Tecnología y Construcción*, N° 2.

Acosta, Domingo/Cilento Alfredo (2005), "Edificaciones sostenibles: estrategias de investigación y desarrollo": *Tecnología y Construcción*, N° 21-I

Aglietta, Michael (1979), *Regulación y crisis del capitalismo*, Siglo XXI de España editores, Madrid

Agencia Europea de la Seguridad y Salud en el Trabajo (2005), *Construyendo seguridad. Prevención de riesgos en la construcción en la práctica*, Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, Luxemburgo

Aguerrevere, Felipe (1895), "Las ciencias matemáticas en Venezuela: *Primer Libro Venezolano de Literatura, Ciencias y Bellas Artes*, Concejo Municipal del Distrito Federal, 2ª, Caracas, 1974

Anasagasti, Yhajaira (2005), "Diferencias entre promoción y gestión del cambio organizacional: una lección de aprendizaje organizacional entre proveedores de PDVSA": *Espacios*, Vol. 26 (Especial)

ANMOPYC (2007), *Estudio de tendencias tecnológicas en el sector de maquinaria de obras públicas, construcción y minería*, ANMOPYC

Andrade, Raiza et. al. (1978), *Producción capitalista de vivienda en Venezuela*, mimeo, IU, FAU, UCV, Caracas

Angarita, Carlos (1990), *La Empresa Constructora*, IDEC, FAU, UCV, mimeo, Caracas

Antón, Joan/ Marquet, Tineo I. (1984), *Historia de la Construcción. De la caverna a la industrialización*, Montesinos Editor, Barcelona, España

Araujo, Carmen (2006), "Tendencias tecnológicas. Desarrollo de espacios arquitectónicos inteligentes y sustentables en el sector de la construcción de Maracaibo": *Tecnología y Construcción*, N° 22-III

Arcila Farías, Eduardo (1961), *Historia de la Ingeniería en Venezuela*, Colegio de Ingenieros de Venezuela, Caracas

Arcila Farías, Eduardo (1974), *Centenario del Ministerio de Obras Públicas. Influencia de este ministerio en el desarrollo*, MOP, Caracas

Arocena, Rodrigo/Sutz, Judith (2003), *Subdesarrollo e innovación. Navegando contra el viento*, Cambridge University Press, Madrid

Arocena, Rodrigo/Sutz, Judith (2006), "El estudio de la innovación desde el Sur y las perspectivas de un nuevo desarrollo": *CTS+I. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, N° 7, OEI

Arvanitis, Rigas (1996), *La relación incierta: Ciencia aplicada y desarrollo en Venezuela*, Fondo Editorial FINTEC, Caracas

Ashby, Eric (1970); *La Tecnología y los Académicos*, Monte Avila Editores, Caracas.

Ascher, Francois (1975), "La producción del hábitat": *Documents D'Análisi Urbana*, N°3, Barcelona

Avalos, Ignacio/Jaffé, Walter (1992), "La investigación industrial en Venezuela": Ruiz Calderón, Humberto et. al., *La ciencia en Venezuela: pasado, presente y futuro*, Cuadernos Lagoven, Caracas

Avalos, Ignacio et. al. (2004), *Ciencia y uso del conocimiento en Venezuela*, Fundación Polar, Caracas

Avalos, Ignacio (2005), "Perspectiva en la sociedad del conocimiento en América Latina": Cadenas, José María (Comp.), *Ciencia y tecnología en América Latina. Una mirada desde Venezuela*, Centro de Estudios de América. UCV/Fundación Polar, Caracas

Baides, Nestor/Moyano, Fuentes (2008), "Estado actual de la investigación sobre la influencia del Lean Management en los recursos humanos": *Revista Ingeniería Industrial*, Año 7, N° 2.

Baldó, Josefina/Martín, Juan José (1980); *Sobre los estudios urbanos en la Escuela de Arquitectura*, mimeo, FAU, UCV, Caracas

Banco Mundial (1985), *La industria de la construcción: problemas y estrategias en los países en desarrollo*, Tecnos, Madrid.

Baptista, Asdrúbal (1985), "La industria de la construcción y la recuperación económica": *Cámara Venezolana de la Construcción, XLI Asamblea Anual de Fedecámaras*, Caracas

Barragán, Efrén (1978), "Algunas consideraciones sobre el cambio técnico en la industria de la construcción": *Ciencia y tecnología en Venezuela*, CENDES-UCV, Caracas

Barré, Raymond (1967), *Economía Política*, Ediciones Ariel, Barcelona-España

Barrientos, Antonio, "Nuevas aplicaciones de la robótica. Robots de servicio": www.disa.bi.es (consulta 3/7/2009)

Basalla, George (1991), *La evolución de la tecnología*, Editorial Crítica, Barcelona

Blayse, A/Manley, K. (2004), "Key influences on construction innovation": *Construction Innovation*, Vol. 4, N° 3.

Becerra, Carlos/Hernandez, Henrique (Asesores: Alfredo Cilento y Héctor Silva Michelena) (1974), *Construcción. Análisis de la situación actual*, IX Congreso Venezolano de Ingeniería, mimeo, Caracas

Becerra, Carlos (1985); "Particularidades del Sector Construcción. Un Modelo para su estudio": *Tecnología y Construcción*, N° 1, IDEC, FAU, UCV, Caracas

Becerra, Carlos (s/f), *Insumos en la industria de la construcción*, mimeo, IDEC-FAU-UCV, Caracas

Beck, Ulrich (1996), *La sociedad del riesgo: Hacia una nueva modernidad*, Siglo XXI de España Editores, Madrid

Beck, Ulrich (2002), *La sociedad del riesgo global*, Siglo XXI de España Editores, Madrid

Bender, Richard (1976), *Una visión de la construcción industrializada*, Editorial Gustavo Gili, Barcelona.

Benevolo, Leonardo (1996), *Historia de la arquitectura moderna*, 7ª., Gustavo Gili, Barcelona-España

Bernal, John D. (1979.a), *La ciencia en la historia*, UNAM/Editorial Nueva Imagen, México.

Bernal, John D. (1979.b), *La ciencia en nuestro tiempo*, UNAM/Editorial Nueva Imagen, México.

Bernal, John D. (1975), *La Libertad de la necesidad*, Editorial Ayuso, Madrid

Bijker, Wiebe E. (2008), "La construcción social de la baquelita: hacia una teoría de la invención": Thomas, Hernán/Buch, Alfonso (Coord.), *Actos, actores y artefactos. Sociología de la Tecnología*, Universidad Nacional de Quilmes Editorial, Buenos Aires

Blachère, Gerard (1977), *Tecnologías de la construcción industrializada*, Editorial Gustavo Gili, Barcelona.

Blachère, Gerard (1978), *Saber construir*, Editores Técnicos Asociados, Barcelona.

Blázquez, Antonio (2005), "Innovación en construcción: Teoría, situación, perspectivas y otras consideraciones": *Informes de la Construcción*, Vol. 57, N° 499-500

Block, Thomas (2009), "Turning points in construction": *29th International Symposium on Automation and Robotics in Construction*, ISARC 2009

Bode Hernández, Germán (1972), *Hacia la industrialización del Sector de la Construcción*, Instituto Cubano del Libro, La Habana

Bolívar, Teolinda/Lovera, Alberto (1982), "La industria de construcción en Venezuela": Pradilla, Emilio (Comp.), *Ensayos sobre el problema de la vivienda en América Latina*, Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco, México.

Bolívar, Teolinda/Rosas, Iris (1994), "Los caminos de la investigación de los asentamientos humanos precarios": Martín, Juan José/Lovera, Alberto (Comp.), *La Ciudad: De la planificación a la privatización*, CDCH-UCV/Fondo Editorial Acta Científica Venezolana, Caracas

Bolívar, Teolinda (1989.a), "Los agentes sociales articulados a la producción de los barrios de ranchos (contribución a su discusión)": *Coloquio*, N°1, CDCH-UCV, Caracas

Bolívar, Teolinda (1989.b), "Los asentamientos humanos en precario": Lungo, Uclés, Mario (Comp.), *Lo Urbano: Teoría y métodos*, Editorial Universitaria Centroamericana (EDUCA), San José de Costa Rica

Bolívar, Teolinda et. al (1994), *Densificación y vivienda en los barrios caraqueños. Contribución a la determinación de problemas y soluciones*, MINDUR-CONAVI, Caracas

Botero, Luis Fernando/Alvarez, Martha (2005), "Last planner, un avance en la planificación y control de proyectos de construcción": *Ingeniería y Desarrollo*, N° 17

Botero, Luis Fernando (2008), *Construcción de edificaciones. Aspectos administrativos*, Fondo Editorial Universidad EAFIT, Medellín

Boyer, Robert/Freyssenet, Michel (2001), *Los modelos productivos*, Editorial Lumen, Buenos Aires

Braverman, Harry (1975), *Trabajo y capital monopolista*, Editorial Nuestro Tiempo, México

Buch, Tomás (2001), *El Tecnoscopio*, Aique Grupo Editor, 5ª, Buenos Aires

Buch, Tomás (2005), *Sistemas Tecnológicos. Contribuciones a una Teoría General de la Artificialidad*, Aique Grupo Editor, Buenos Aires

Bruun, Henrik/Hukkinen, Jane (2008), "Cruzando fronteras: un diálogo entre tres formas de comprender el cambio tecnológico": Thomas, Hernán/Buch, Alfonso (Coord.), *Actos, actores y artefactos. Sociología de la Tecnología*, Universidad Nacional de Quilmes Editorial, Buenos Aires

Bustelo Gómez, Pablo (1990), *Economía política de los nuevos países industriales asiáticos*, Siglo XXI editores de España editores, Madrid

Callon, Michel (2008), "La dinámica de las redes tecno-económicas": Thomas, Hernán/Buch, Alfonso (Coord.), *Actos, actores y artefactos. Sociología de la Tecnología*, Universidad Nacional de Quilmes Editorial, Buenos Aires

Campinos-Dubernet, Myriam (1984.a), «Quelques repères sur la BTP»: *Formation Emploi*, N°6, pp. 7-24, Paris

Campinos-Dubernet, Myriam (1984.b), «La rationalisation du travail dans BTP : un exemple des limites du taylorisme orthodoxe»: *Formation Emploi*, N°6, Paris

Campinos-Dubernet, Myriam/Grando, Jean-Marc (1984.c), «Le BTP de 1945 à 1980 : les évolutions progressives des conditions d'emploi et de travail»: *Formation Emploi*, N° 6, Paris

Campinos-Dubernet, Myriam et. al. (1984.c), «Le BTP. Evolution du secteur, rationalisation du travail, la formation et le travail en chantier, l'entreprise et son milieu, résistance du métier»: *Formation Emploi*, N°6, Paris

Campinos-Dubernet, Myriam (1985), «Emploi et gestion de la main-d'œuvre dans le BTP. Mutations de l'après-guerre à la crise», *Dossier N° 34*, La Documentation Française, Paris

Cariola, Cecilia/Lacabana, Miguel Angel (1986), "Circuitos de acumulación: una perspectiva de análisis integral para la planificación regional": *Cuadernos del CENDES*, N° 6, Caracas

Castells, Manuel (1971), *Problemas de investigación en sociología urbana*, Siglo XXI de España editores, Madrid

Castells, Manuel (1991), *La Cuestión Urbana*, 13ª, Siglo XXI de España Editores, Madrid

Castells, Manuel (1986), *La ciudad y las masas. Sociología de los movimientos sociales urbanos*, Alianza Editorial, Madrid

Castro, José et. al. (2006), "Los desarrolladores privados y la vivienda de interés social": Coulomb, René/Scheingart, Martha (Coord.), *Entre el Estado y el mercado. La vivienda en el México de hoy*, UAM-Azcapotzalco/Miguel Ángel Porrúa, México

Caraballo, Ciro (1986), "Del académico retórico al profesor pragmático": *Boletín del Centro de Investigaciones Históricas y Estéticas*, N° 27, FAU-UCV, Caracas

Carassus, Jean (1983), *Logement : Prix et production*, mimeo, Université Paris 9-Dauphine, Paris

Carassus, Jean (1987), *Économie de la filière construction*, Presses Ponts et chaussés, Paris

Carassus, Jean (2002), *Construction : La mutation. De l'ouvrage au service*, Presses de l'école nationale de Ponts et Chaussées, Paris

Carassus, Jean (2004), "Construction sector system, innovation and services": Carassus, Jean (Ed.), *The construction sector system approach: an international framework*, CIB, Rotterdam

Carassus, Jean (Ed.) (2004), *The construction sector system approach: an international framework*, CIB, Rotterdam

Casas, Rosalía/Dettmer, Jorge (2008), "Sociedad del conocimiento, capital intelectual y organizaciones innovadoras": Valenti, Giovanna et. al (Coord.), *Instituciones, sociedad y mundo del trabajo*, FLACSO/Plaza y Valdés Editores, México

Castro, Hernán (2004), *Notas de Construcción*, Programa Editorial Universidad del Valle, Cali

CEPAL (2003), *Informe sobre pobreza y precariedad en las ciudades de América Latina y El Caribe: Características del Hábitat Urbano Precario*, mimeo, Santiago de Chile

CEPAL (2006), Fernando Fajnzylber. *Una visión renovadora del desarrollo de América Latina*, CEPAL,

Cevallos, Jaime (1969), *Los recursos humanos en la rama de la construcción*, UNAM, Escuela Nacional de Arquitectura, México

Cheetham, Rosemond (1973), "El sector privado de la construcción: patrón de dominación": Castells, Manuel, *Imperialismo y urbanización en América Latina*, Editorial Gustavo Gili, Barcelona

Chemiller, Pierre (1980), *Industrialización de la Construcción: Los procesos tecnológicos y su futuro*, Editores Técnicos Asociados, Barcelona, España

Chiminelli, Agustín, "Ecodiseño y ecoeficiencia en la maquinaria de construcción y obra pública": <http://anmopyc.es> (consulta: 1/3/2009)

CIDEC (1998), "Perfiles y competencias profesionales en el sector de la construcción": *Cuadernos de Trabajo*, N° 24, Donosita-San Sebastián-España.

Cilento, Alfredo (1965), *Informe sobre la Factibilidad de Utilización de Sistemas Industrializados de Construcción en Venezuela*, Banco Obrero, mimeo, Caracas

Cilento, Alfredo (1967), "Propósito y alcance de la prefabricación en Venezuela": *Primeras Jornadas Venezolanas de Prefabricación*, CIV, Caracas

Cilento, Alfredo (1970.a), "El Uso de los Plásticos en la Construcción": *Simposium Internacional de Plásticos para la Construcción*, Rotterdam, Holanda

Cilento, Alfredo (1970.b), "Tecnología y Recursos de la Prefabricación en Venezuela, Aspectos de Producción, Transporte, Almacenamiento y Montaje": *Punto*, N° 42, FAU-UCV, Caracas

Cilento, Alfredo (1972.a), "La Normalización, el Control de Calidad y la Inspección de Obras en el Sector Construcción": *Primeras Jornadas Venezolanas de Inspección de Obras*, Caracas

Cilento, Alfredo (1972.b), "Aspectos socioeconómicos de la Industrialización de la Construcción": *Seminario Regional de Prefabricación en Altura*. Santiago de Chile. CEPAL-OEA.

Cilento, Alfredo/Hernández, Henrique (1972.c), "Definición metodológica de los distintos sistemas de prefabricación de viviendas de altura y media altura": CEPAL-OEA, *Seminario Regional de Prefabricación en Altura*, Santiago de Chile.

Cilento, Alfredo/Hernández, Henrique (1973), "Aspectos conceptuales sobre la racionalización de la construcción, con especial énfasis en vivienda": *I Simposium latinoamericano sobre la racionalización de la construcción*, mimeo, Caracas

Cilento, Alfredo/Hernández, Henrique (1974), "Estructura, problemas y características de la industria de la construcción en Venezuela": *Punto*, N° 52, FAU-UCV, Caracas

Cilento, Alfredo (1975.a), "Tendencias de la construcción en América Latina": Seminario IMCYC: El concreto en la vivienda, mimeo, IMCYC

Cilento, Alfredo (1975.b) *Situación actual de la construcción y tendencias en algunos países de América Latina*, Centro de Construcción, Vivienda y Planificación. Naciones Unidas.

Cilento, Alfredo/Hernández, Henrique (1975), *Las edificaciones y su producción*, FAU-UCV, mimeo, Caracas

Cilento, Alfredo (1976), *Las investigaciones sobre la construcción en América Latina*, Centro de Construcción, Vivienda y Planificación. Naciones Unidas. DOC. ESA/HBP/MISC/76.1

Cilento, Alfredo/Hernández, Henrique (1978), "La producción de vivienda en Venezuela": *Seminario Industria de la Construcción*, FAU/FACES-UCV-University College of London, mimeo, Caracas

Cilento, Alfredo (1980), *La mercancía vivienda en Venezuela*, IDEC-FAU-UCV, mimeo, Caracas

Cilento, Alfredo/Hernández, Henrique (1983), "Experiencia y Nuevos Enfoques en el Desarrollo de Componentes y Sistemas Constructivos para Vivienda": *Informes de la Construcción*, N° 344-345, Instituto Eduardo Torroja, Madrid.

Cilento, Alfredo (1985), "La racionalización del proceso de producción y circulación de la vivienda": *Tecnología y Construcción*, N° 1.

Cilento, Alfredo (1989), "Autogestión en la producción de vivienda con financiamiento a corto plazo: Un programa a largo plazo": *Tecnología y Construcción*, N° 4

Cilento, Alfredo (1990), *Financiamiento y Mercado de la Vivienda en Venezuela*, IDEC-FAU-UCV/MINDUR

Cilento, Alfredo et. al. (1992), "Descentralización de la Construcción y Mantenimiento de Obras Públicas": De la Cruz, Rafael (Coord.), *Descentralización, Gobernabilidad y Democracia*, Editorial Nueva Sociedad- COPRE-PNUD, Caracas

Cilento, Alfredo (Coord.) et. al. (1994), "Morfología de la construcción pública en Venezuela: descentralización de la construcción y mantenimiento de obras públicas":

Descentralización de los servicios: La distribución del poder III. Serie Venezuela, La Reforma del Futuro. Editorial Nueva Sociedad, Caracas

Cilento, Alfredo (1996), "Sincretismo e innovación tecnológica": *Tecnología y Construcción*, N° 12-I

Cilento, Alfredo (1998), "Tendencias tecnológicas en la producción de vivienda": *Interciencia*, Vol. 23, N° 1.

Cilento, Alfredo et.al. (1999.a), "El dispositivo de obras públicas en Venezuela (1874-1976)": Martín Frechilla, Juan José/Texera Arnal, Yolanda (Comp.), *Modelos para desarmar: Instituciones y disciplinas para una historia de la ciencia y la tecnología en Venezuela*, UCV-CDCH, Caracas

Cilento, Alfredo (1999.b), "Edificios (muy) altos: los rascacielos": *Tecnología y Construcción* N° 15-II

Cilento, Alfredo (1999.c), *Cambio de Paradigma del Hábitat*, IDEC-CDCH/UCV Caracas.

Cilento, Alfredo (2000), "Puentes y puentes colgantes": *Tecnología y Construcción* N° 16-II

Cilento, Alfredo (2001), "Las vías de comunicación en la Venezuela de 1910-1911 a través de las rutas de Leonard Dalton, geógrafo y geólogo inglés": Martín J J. y Texera Y. (Comp.), *Así nos vieron (Cultura, ciencia y tecnología en Venezuela, 1830-1940)*, CDCH-UCV, Caracas

Cilento, Alfredo (2004.a), "Infraestructura petrolera en Venezuela 1917-1975 (conquista del territorio, poblamiento e innovación tecnológica): Martín, J.J./ Tejera, Y. (Comp.) *Petróleo nuestro y ajeno. La ilusión de modernidad*. Colección Estudios, CDCH-UCV, Caracas

Cilento, Alfredo (2004.b), "Tecnología y ambiente: una agenda para la construcción sostenible": *Jornadas de investigación Facultad de Ingeniería, 2004. Seminario Ambiente y Desarrollo*, Caracas

Cilento, Alfredo (2005.a), "Ciclo de vida, sostenibilidad e innovación en la construcción": Lorenzo, Pedro (Coord.). *Un Techo para Vivir*, CYTED-Edicions UPC. Centre de Cooperació per le Desenvolupament, CCD. Barcelona, España

Cilento, Alfredo (2005.b), "Los enfoques tecnológicos del IDEC: Del desarrollo de sistemas constructivos a la sostenibilidad de la construcción": Calvo, Azier (Coord.) *Facultad de Arquitectura y Urbanismo UCV.1953-2003. Aportes para una memoria y cuenta*. Ediciones FAU/UCV, Caracas

Cilento, Alfredo/Marín-Frechilla, Juan José (2009), "Formación académica y ejercicio profesional: el Estado como promotor de las ciencias tecnológicas en la Venezuela del siglo XX": *Espacio Abierto*, Vol. 18, N° 2

Cimoli, Mario/Dosi, Giovanni (1992), "Tecnología y desarrollo. Algunas consideraciones sobre los recientes avances en la economía de la innovación": Gómez Uranga, Mikel

(Comp.), *El cambio tecnológico hacia el nuevo milenio. Debates y nuevas teorías*, ICARIA/FUHEM, Barcelona-España

Clichevsky, Nora (1989), "Ciudad y tierra urbana": Lungo, Mario (Comp.), *Lo urbano: Teoría y métodos*, EDUCA, San José de Costa Rica.

Clichevsky, Nora et. al. (1990), *Construcción y administración de la ciudad latinoamericana*, IIED-América Latina/Grupo Editor Latinoamericano (GEL), Buenos Aires.

Connolly, Priscilla (1988), "La industria de la construcción y relaciones de trabajo en la producción habitacional en México": Michel, Marco (Coord.), *Procesos habitacionales en la Ciudad de México*, Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología/UAM-Iztapalapa, México

Connolly, Priscilla (1997), *El contratista de don Porfirio. Obras públicas, deuda y desarrollo desigual*, El Colegio de Michoacán/UAM-Azcapotzalco/FCE, México

Connolly, Priscilla (2007), "The Mexican construction industry at the starts of the twenty-first century: Trends and Outlook": *Tecnología y Construcción*, N° 23- II, Caracas.

Coraggio, José Luis (Org.) (2007), *La economía social desde la periferia. Contribuciones latinoamericanas*, Editorial Altamira, Buenos Aires

Córdova, Armando (1973), *Inversiones extranjeras y subdesarrollo*, FACES-UCV, Caracas

Coriat, Benjamin (1984), «Travailler en chantier. Quelques tendances de la recherche actuelle»: *Formation Emploi*, N°6, Paris

Coriat, Benjamin (1985), *La Robótica*, Editorial Revolución, Madrid

Coriat, Benjamin (1982), *El taller y el cronómetro. Ensayo sobre el taylorismo, el fordismo y la producción en masa*, Siglo XXI de España Editores, Madrid

Coriat, Benjamin (1992.a), *El taller y el robot. Ensayos sobre el fordismo y la producción en masa en la época del fordismo*, Siglo XXI editores, México.

Coriat, Benjamin (1992.b), *Pensar al revés. Trabajo y organización en la empresa japonesa*, Siglo XXI editores, México

COTEC (1997), *Sector de la Construcción*, Documentos COTEC sobre necesidades tecnológicas, N° 8, Madrid

COTEC (2000), *Innovación en construcción*, Fundación COTEC para la innovación tecnológica, Madrid

COTEC (2006), *Robótica y automatización*, Documentos COTEC sobre oportunidades tecnológicas, N° 23, Madrid

Croome, D.J./Sherrat (1980), *Calidad y coste total en la construcción*, Editorial Gustavo Gili, Barcelona

Cuervo, Luis Mauricio (1988), "Servicios colectivos domiciliarios: principales componentes teóricos": Cuervo, Luis Mauricio et. al., *Economía política de los servicios públicos. Una visión alternativa*, CINEP, Bogotá

Curtis, William J.R. (2007), *La arquitectura moderna desde 1900*, 3ª., Phaidon Press Limited, Hong Kong

Daboin, Carlos (1975), *Industria de la construcción en Venezuela. Mercado, empresa, financiamiento*, MOP, Caracas

Dagnino, Renato (2008), *Neutralidade da ciência e determinismo tecnológico*, Editora Unicamp, Campinas, SP

Dagnino, Renato (Org.) (2009), *Tecnología social. Ferramenta para construir outra sociedade*, IG/UNICAMP, Campinas, SP

Daumas, Maurice (1996), *Las grandes etapas del progreso técnico*, FCE, México

Dechervois, Miguel/Theret, Bruno (1979), *Contribution a l'étude de la rente foncier urbaine*, Mouton Editeur, Paris-La Haye

Dechervois, Miguel/Theret, Bruno [1979], "Formación y evolución del precio del suelo urbano": Scheingart, Martha (Comp.) (1992), *La renta del suelo urbano*, Documentos de Docencia, N° 4, Centro de Estudios Demográficos y de Desarrollo Urbano, El Colegio de México, México

De las Heras, Mariano et. al (1993), "Seguridad en la construcción": *Informes de la Construcción*, Vol. 44, N° 423, Madrid

Del Cano, Alfredo et. al. (2007), "Diseño, ingeniería, fabricación y ejecución asistido por ordenador en la construcción: evolución y desafíos a futuro": *Informes de la Construcción*, Vol. 59, N° 505

Del Cano, Alfredo/De la Cruz, M. P. (2006), "Las empresas de ingeniería en la construcción industrial: evolución y futuro": *Informes de la Construcción*, Vol. 58, N° 501

De Villanueva Domínguez, Luis (2005), "Las tres edades de la construcción": *Informes de la Construcción*, Vol. 57, N° 498

Dembo, Nancy (2003), *La relación forma-función en el lenguaje estructural del siglo XX*, CDCH-UCV, Caracas

Dembo, Nancy (2006), *La tectónica en la obra de Carlos Raúl Villanueva. Aproximación en tres tiempos*, Ediciones FAU-UCV/CDCH-UCV, Caracas

De Azevedo Cardoso, Luis et.al. (2002), *Estúdio prospectivo da cadeia produtiva da construção civil no Brasil: Produção e comercialização de unidades habitacionais*, IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Paraná-Brasil

Derry, T.K./Williams, Trevor I. (1977); *Historia de la Tecnología. Desde 1750 hasta 1900*, Siglo XXI de España Editores, Madrid

De Solminihac T., Hernán/Thenoux Z., Guillermo (2002), *Procesos y técnicas de construcción*, Alfaomega/Ediciones Universidad Católica de Chile, 2ª., México

Domènech, Miquel/Tirado, Francisco Javier (Comp.) (1998), *Sociología simétrica. Ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad*, Gedisa Editorial, Barcelona

Domínguez, Javier et.al., “Nuevos sistemas constructivos y su impacto en la maquinaria de construcción y obra pública”: <http://anmopyc.es> (consulta: 1/3/2009)

Do Nascimento, Luiz Antonio/Toledo Santos, Eduardo (2003), “A indústria da construção na era da informação”: *Ambiente Construído*, Vol. 3, N° 1

Dosi, Giovanni (1982), “Technical paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants of technical changes”: *Research Policy*, Vol. 2, N°3

Dosi, Giovanni (1984), *Technical change and industrial transformation*, Macmillan, London

Dosi, Giovanni et. al (1993), *La economía del cambio técnico y el comercio internacional*, CONACYT; México D.F.

Dosi, Giovanni (1988), “Sources, procedures and microeconomic effects of innovation”: *Journal of Economic Literature*, Vol. XXVI, N° 3.

Dotti Méndez, Humberto/Suárez, María Matilde (1999), *Ingenieros Industriales: Líderes de la productividad en Venezuela*, Cottin Dotti & Asociados/UCAB, Caracas

Dressel, Gerhard (1975), *Organización de la empresa constructora*, Editores Técnicos Asociados, Barcelona

Drucker, Peter F. (1986), *La innovación y el empresario innovador. La práctica y los principios*, Edhasa, Barcelona

Dunlop, John T. (1978), *Sistema de relaciones industriales*, Ediciones Península, Barcelona

Du Tertre, Christian (1998), “El sector de la construcción: una regulación sectorial específica. Elementos de una problemática”: Lulle, Thierry (Comp.), *El sector construcción: actores y estrategias*, Centro de Investigaciones sobre la dinámica social. Universidad Externado de Colombia, Bogotá

Edel, Matthew [1976], “La teoría marxista de la renta: aplicaciones urbanas”: Scheingart, Martha (Comp.) (1992), *La renta del suelo urbano*, Documentos de Docencia, N° 4, Centro de Estudios Demográficos y de Desarrollo Urbano, El Colegio de México, México

Edgerton, David (2004), “De la innovación al uso: diez tesis eclécticas sobre la historiografía de las técnicas”: *Quaderns D’História de L’Enginyeria*, Vol. VI

Edgerton, David (2006), *Innovación y tradición. Historia de la tecnología moderna*, Editorial Crítica, Barcelona

Eichert, Jochen/Kazi, Abdul Samad (Sami) (2007), "Vision and strategy of ManuBuild – Open Building Manufacturing": Kazi, Abdul Samad (Sami) et. al. (Ed.), *Open Building Manufacturing. Core concepts and industrial requirements*, ManiBuild, Finland

Elattar, S. M. S. (2008), "Automation and robotics in construction: Oportunities and challenges": *Emirates Journal for Engineering Research*, N° 12 (2)

Elster, Jon (2006), *El cambio tecnológico. Investigaciones sobre la racionalidad y la transformación social*, Editorial Gedisa, Barcelona.

Escudero, Juan "Herramientas de CAD/CAM/CAE y prototipado virtual y rápido para diseño y desarrollo de maquinaria de construcción y obra pública": <http://anmopyc.es> (consulta: 1/3/2009).

European Construction Technology Platform (ECTP) (2005), Challenging and changing Europe's built environment: www.ectp.org (consulta: 5-8-2008)

European Construction Technology Platform (ECTP) (2007), Strategic research agenda for European construction sector: www.ectp.org (consulta: 5-8-2008)

Fajnzylber, Fernando (1983), *La industrialización trunca de América Latina*, CET/Editorial Nueva Imagen, México

Fajnzylber, Fernando (1987), "Las economías neindustriales en el sistema centro-periferia de los ochenta": *Pensamiento Iberoamericano*, N° 11

Fajnzylber, Fernando (1990), "Industrialización en América Latina: de la "caja negra" al "casillero vacío": Comparación de patrones contemporáneos de industrialización": *Cuadernos de la CEPAL*, N° 60

Fernández, Fernando, "Nuevos procesos de fabricación en maquinaria de construcción y obra pública": <http://anmopyc.es> (consulta: 1/3/2009).

Fernández, Omar (1980), *Elementos de economía para uso de no economistas*, Ediciones de la Facultad de Humanidades y Educación, UCV, Caracas

Folin, Marino (1976), *La ciudad del capital y otros escritos*, Editorial Gustavo Gili, Barcelona

Freeman, Christopher (1974), *La Teoría Económica de la Innovación Industrial*, Alianza Editorial, Madrid

Freeman, Christopher (1993), *El Reto de la Innovación. La Experiencia de Japón*, Editorial Galac, Caracas

Freeman, Christopher (1998), "The economics of technical change": Archibugi, D/Michie (Eds.), *Trade, growth and technical change*, Cambridge University Press

Freites, Yajaira (1992), "De ilustrados a profesionales: los ingenieros venezolanos entre 1899 y 1935": *Dynamis*, Vol. 12, Granada

Freites, Yajaira (1995), "Conocimiento y técnica en la Venezuela de la Ilustración. Una aproximación": Soto Arango, Diana et. al. (Ed.), *La Ilustración en la América Colonial. Bibliografía Crítica*, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Ediciones Doce Calles, COLCIENCIAS, Bogotá

Freites, Yajaira (1996.a), "De la Colonia a la República Oligárquica (1498-1870)": Roche, Marcel (Comp.), *Perfiles de la Ciencia en Venezuela*, Fundación Polar, Caracas

Freites, Yajaira (1996.b), "La Ciencia en la segunda modernización del siglo XIX (1870-1908)": Roche, Marcel (Comp.), *Perfiles de la Ciencia en Venezuela*, Fundación Polar, Caracas

Freites, Yajaira (1996.c), "Auge y caída de la ciencia nacional: La época del gomecismo": Roche, Marcel (Comp.), *Perfiles de la Ciencia en Venezuela*, Fundación Polar, Caracas

Freites, Yajaira (2005), "La ingeniería de la historia de la ciencia y la técnica en Venezuela": *Boletín Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*, N° 11, Caracas

Freyssenet, Michel (2002), *Trabajo, automatización y modelos productivos*, Lumen, Buenos Aires

Fundação Getúlio Vargas/CBIC, *Macrossetor da construção 2000*: www.cbic.com (consulta: 25/07/08)

Gabaldón, José Arnoldo (2006), *Desarrollo sustentable. La salida de América Latina*, Grijalbo, Caracas

Gaiger, Luiz Inácio (2007), "La economía solidaria y el capitalismo en la perspectiva de las transiciones históricas": Coraggio, José Luis (Org.) (2007), *La economía social desde la periferia. Contribuciones latinoamericanas*, Editorial Altamira, Buenos Aires

Gann, David/Salter, Ammon (2000), "Innovation in project-based, service-enhanced firms: the construction complex products and systems": *Research Policy*, N° 29.

García Larralde, Humberto (1989); *Política e Innovación Tecnológica: Perspectivas Económicas*, Monte Ávila Editores, Caracas.

García Larralde, Humberto (2000), "El contexto macroeconómico de la apertura petrolera en Venezuela": *Espacios*, Vol. 21, N°3

García Larralde, Humberto (2004), "Ciencia y desarrollo: Una visión desde la economía": Avalos, Ignacio et. al., *Ciencia y uso del conocimiento en Venezuela*, Fundación Polar, Caracas

García Larralde, Humberto (2005), "Gestión de costos, capacidad empresarial y fuerza de mercadeo en los proveedores de PDVSA": *Espacios*, Vol. 26 (Especial)

Gasparini, Graciano/Posani, Juan Pedro (1969), *Caracas a través de su arquitectura*, Fundación Fina Gómez, Caracas

Germidis, Dimitri (1974), *El trabajo y las relaciones laborales en la industria mexicana de la construcción*, El Colegio de México, México

Gomes de Castro, Antonio et.al. (2002), "Cadena productiva: Marco conceptual para apoyar la prospección tecnológica": *Espacios*, Vol. 23, N° 2, Caracas

Gómez, Mikel et. al. (Comp.) (1992), *El cambio tecnológico hacia el nuevo milenio. Debates y nuevas teorías*, ICARIA/FUHEM, Barcelona

González, Norberto et.al. (1987), "El sistema centro-periferia en transformación": *Pensamiento Iberoamericano*, N° 11

Gottdiener, Mark (1993), *A produção social do espaço urbano*, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.

Grases G., José (1963), *El laboratorio de ensayo de materiales de Munich*, Ed. Arte, Caracas

Grases G., José (1966), "Palabras del ciudadano Director del Instituto, Profesor José Grases", In: Reseña de la magna inauguración del Edificio de Ampliación del Instituto de Materiales y Modelos Estructurales: *Boletín Técnico del IMME*, N° 15-16, Caracas

Grases G., José (2003), "Huella y obra de Ramón Espinal Vallenilla. Un nuevo aniversario de la fundación del IMME": *Boletín Técnico IMME*, Vol. 41, N° 2-3, Caracas

Grases G., José/Gutiérrez, Arnaldo (2004), "Normas para el proyecto de estructuras de obras civiles en Venezuela. Breve reseña sobre su historia": *Boletín Academia de la Ingeniería y el Hábitat*, Caracas

Gille, Berthrand (Coord.) (1978), *Histoire des techniques*, Encyclopédie de la Pléiade, Paris

Hardoy, Jorge E. et. al. (1968), *Política de la tierra urbana y mecanismos para su regulación en América del Sur*, Editorial del Instituto, Buenos Aires

Harvey, David (1977), *Urbanismo y desigualdad social*, Siglo XXI de España editores, Madrid

Harvey, David [1974], "Renta monopolística de clase, capital financiero y revolución urbana": Scheingart, Martha (Comp.) (1992), *La renta del suelo urbano*, Documentos de Docencia, N° 4, Centro de Estudios Demográficos y de Desarrollo Urbano, El Colegio de México, México

Hartmann, Andreas (2006), "The context of innovation management in construction firms": *Construction Management and Economics*, N° 24.

Havel, J.E. (1964), *Hábitat y vivienda*, 2ª., EUDEBA, Buenos Aires

Hippel, Eric Von (1998), *The sources of innovation*, Oxford University Press, New York

Hippel, Eric Von (2005), *Democratizing innovation*, The MIT Press, London

Hernández, Enrique (1964), *El diseño arquitectónico y la industria*, FAU-UCV, mimeo, Caracas

Hernández, Enrique (1971), *Programa experimental de viviendas. Un caso de aplicación de los criterios de los "Sistemas Constructivos Flexibles*, FAU-UCV, mimeo, Caracas

Hernández, Enrique (1985), "Problemas de investigación en arquitectura": *Tecnología y Construcción*, N° 1.

Hobaica, María Elena (1985), "El proyecto y la producción masiva de edificaciones": *Tecnología y Construcción*, N° 1.

Hughes, Thomas P. (2008), "La evolución de los grandes sistemas tecnológicos": Thomas, Hernán/Buch, Alfonso (Coord.), *Actos, actores y artefactos. Sociología de la Tecnología*, Universidad Nacional de Quilmes Editorial, Buenos Aires

IDEC-SEU-IU, FAU, UCV. Equipo de Investigación INCOVEN (1986.a), *La organización de la industria de la construcción en Venezuela. Componentes y Relaciones. Informe Final*, mimeo, Caracas

IDEC-SEU-IU, FAU, UCV. Equipo de Investigación INCOVEN (1986.b), "El capital fijo en la rama de la construcción": *Tecnología y Construcción*, N° 2

IDEC-SEU-IU, FAU, UCV. Equipo INCOVEN (1987): "La construcción como manufactura heterogénea": *Tecnología y Construcción*, N° 3, pp. 20-52

IDEC-SEU-IU, FAU, UCV. Equipo INCOVEN (1988): "La forma heterogénea de desarrollo tecnológico de la Construcción": *Tecnología y Construcción*, N° 4, pp. 119-132

IDEC-SEU-IU, FAU, UCV. Equipo INCOVEN (1989), "La ganancia a nivel del empresario constructor": *Tecnología y Construcción*, N° 5.

Indovina, Francesco (Ed.) (1977), *El despilfarro inmobiliario*, Editorial Gustavo Gili, Barcelona

Instituto Juan de Herrera (2006): "La construcción sostenible. El estado de la cuestión", *Tecnología y Construcción*, N° 22-II, pp.53-62

Iranzo, Consuelo/Richter, Jacqueline (2006), *La subcontratación laboral. Bomba de tiempo contra la paz social*, Facultad de Ciencias Jurídicas y Políticas/CENDES, UCV, Caracas

Iturraspe, Francisco/Lovera, Alberto (1999), *Seguridad y salud en el trabajo de la construcción: el caso de Venezuela*, OIT, mimeo, Caracas

Jacobs, Michael (1997), *La Economía Verde: Medio ambiente, desarrollo sostenible y la política del futuro*, ICARIA/FUHEM, 2ª., Barcelona

Jaramillo, Samuel (1981), *Producción de Vivienda y Capitalismo Dependiente: El Caso de Bogotá*, CEDE, Facultad de Economía, Universidad de Los Andes, Bogotá

Jaramillo, Samuel (1982), "Formas de producción del espacio construido en Bogotá": Pradilla, Emilio (Comp.), *Ensayos sobre el problema de la vivienda en América Latina*, Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco, México.

Jaramillo, Samuel (1988), "Crisis de los medios de consumo colectivo urbano y capitalismo periférico": Cuervo, Luis Mauricio et. al., *Economía política de los servicios públicos. Una visión alternativa*, CINEP, Bogotá

Jaramillo, Samuel (2004), *Modelo de acumulación con "salto peligroso"*, CEDE, Universidad de Los Andes, Bogotá

Jaramillo, Samuel (2009), *Hacia una teoría de la renta del suelo urbano*, Ediciones Uniandes, 2ª., Bogotá

Jiménez de Tarres, María Enriqueta (1984), *Condiciones y medio ambiente del trabajo en la construcción civil*, Seminario Nacional Tripartito sobre Condiciones y Medio Ambiente del Trabajo, Paracas, Perú, OIT/Ministerio del Trabajo y Promoción Social

Kamar, Kamarul et. al. (2009), "The critical success factors for industrialized building system (IBS) contractors": Malaysian IBS International Exhibition (MIIE 2009), Kuala Lumpur

Katz, Jorge M. (1976), *Importación de tecnología, aprendizaje local e industrialización dependiente*, FCE, México

Katz, Jorge M. (1990), "Las innovaciones tecnológicas internas y la ventaja comparativa dinámica": Teitel, Simón/Westphal, Larry (comp.), *Cambio Tecnológico y desarrollo industrial*, FCE/BID, Buenos Aires

Kazi, Abdul Samad et. al. (2007), *Open Building Manufacturing. Core concepts and industrial requirements*, ManuBuild, Finland

Koskela, Lauri (1992), *Application of the new production philosophy to construction*, Technical Report, N° 72, CIFE, Stanford University

Koskela, Lauri/Vrijhoef, Ruben (2000), *The prevalent theory of construction is hindrance for innovation*, IGLC 8, Brighton, UK

Kureski, Ricardo et.al. (2008), "O macrosetor da construção civil na economia brasileira em 2004": *Ambiente Construído*, Vol. 8, N° 1

Lacabana, Miguel Ángel (1995), "Condiciones de trabajo en la industria de la construcción en Venezuela": *Tecnología y Construcción*, N° 11-II, Caracas.

Lalana, Jorge, "Herramientas de realidad virtual para aprendizaje y manejo de maquinaria de construcción y obra pública": <http://anmopyc.es> (consulta: 1/3/2009).

Lander, Luis et. al. (1978), "La tierra y la vivienda en la política del Estado venezolano desde 1974": *Revista Interamericana de Planificación*, Vol. XII, N° 46

Lander, Luis et. al. (1980), *El Circuito de la Construcción*, mimeo, CENDES-UCV, Caracas.

Latour, Bruno (2001), *La esperanza de Pandora. Ensayos sobre la realidad de los estudios de la ciencia*, Gedisa Editorial, Barcelona

Lefebvre, Henri (1969), *El derecho a la ciudad*, Editorial Península, Barcelona

Lefebvre, Henri (1970), *La revolución urbana*, Alianza editorial, Madrid

Lefebvre, Henri (1971), *De lo rural a lo urbano*, Editorial Península, Barcelona

Lefebvre, Henri (1974), *La production de l'espace*, Editons Antrhopos, Paris

Lefebvre, Henri (1976), *Espacio y política*, Editorial Península, Barcelona

Leff, Enrique (1998.a); *Ecología y Capital: Racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable*, Siglo XXI editores/UNAM, 3ª., México

Leff, Enrique (1998.b); *Saber Ambiental: sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder*, Siglo XXI Editores/CIICH-UNAM/PNUD, México

Leff, Enrique (2004); *Racionalidad ambiental. La reapropiación social de la naturaleza*, Siglo XXI editores, México

Leff, Enrique (Coord.) (2000); *Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo*, Siglo XXI editores, 2ª. revisada, México

Licha, Isabel (1984), "La enseñanza de la ingeniería en Venezuela. ¿Investigación o innovación?": Vessuri, Hebe (Comp.), *Ciencia académica en la Venezuela moderna. Historia reciente y perspectivas de las disciplinas científicas*, Fondo Editorial Acta Científica Venezolana, Caracas

Lilley, Samuel (1959), *Automatización y progreso social*, Taurus Ediciones, Madrid

Lilley, Samuel (1965), *Hombres, máquinas e historia*, Editorial Ciencia Nueva, Madrid

Lindon, Jesus (1989), *Economía de la Construcción*, Universidad Politécnica de Valencia, 2ª, Valencia-España

Lipietz, Alan (1974), *Le tribut foncier urbain*, Maspero, Paris

Lojkin, Jean et. al. (1974), "Contribuciones al análisis contemporáneo de la renta del suelo urbano": *Documents D'Análisi Urbana*, N°2, Barcelona.

Lojkin, Jean (1974), "Contribución a una teoría marxista de la urbanización capitalista": *Documents D'Análisi Urbana*, N°2, Barcelona.

Lojkin, Jean (1981), *El marxismo, el estado y la cuestión urbana*, 2ª., Siglo XXI editores, México

López-Valcárcer, Alberto (Ed.) (2000), *Seguridad y salud en el trabajo de construcción. El caso de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú*, OIT, Lima

López, Clara, "Técnicas de tratamiento superficial por láser y nano-descubrimientos en maquinaria de construcción y obra pública": <http://anmopyc.es> (consulta: 1/3/2009)

López-Valcárcer, Alberto (2004), "Panorama internacional de la seguridad y salud en construcción": *Semana Argentina de Seguridad y Salud en el Trabajo*, Buenos Aires

Lovera, Alberto (1982), *Estado e industria de la construcción (elementos para su estudio)*, Proyecto de Investigación INCOVEN, IDEC-IU-SEU, FAU, UCV, mimeo, Caracas

Lovera, Alberto (1983), "Indagaciones sobre la producción de viviendas en los barrios de ranchos": *Revista Interamericana de Planificación*, N° 65

Lovera, Alberto (1985), "Tecnología y producción en la industria de la construcción": *Tecnología y Construcción*, N° 1, Caracas

Lovera, Alberto (1986), *Construcción y empleo. Problemas y perspectivas en una economía recesiva*, mimeo, ILDIS, Caracas

Lovera, Alberto/Marcano, Luis (1986), "De la autoconstrucción a la promoción inmobiliaria. Realidades y proposiciones para un plan nacional de vivienda": *Tecnología y Construcción*, N° 2.

Lovera, Alberto (1989), "La industria de la construcción": Lungo, Uclés, Mario (Comp.), *Lo Urbano: Teoría y métodos*, Editorial Universitaria Centroamericana (EDUCA), San José de Costa Rica

Lovera, Alberto (1990.a), "La investigación urbana en Venezuela: Una mirada a su camino": Carrión, Fernando (Ed.), *La investigación urbana en América Latina. Caminos recorridos y por recorrer. 3: Las ideas y su contexto*, Ed. Ciudad, Quito

Lovera, Alberto (1990.b), "Radiografía de la Industria de la Construcción": *Tecnología y Construcción*, N° 6, Caracas

Lovera, Alberto (1994), "Apuntes sobre la investigación urbana en Venezuela": Martín, Juan José/Lovera, Alberto (Comp.), *La Ciudad: De la planificación a la privatización*, CDCH-UCV/Fondo Editorial Acta Científica Venezolana, Caracas

Lovera, Alberto (2004), *Del Banco Obrero a la UCV. Buscando un lugar para la innovación de la construcción. Los orígenes del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción*, CENDES/IDEC, UCV, Caracas

Lovera, Alberto (Coord.) (2005), *Materiales y Componentes para la construcción de viviendas. Una visión desde las empresas y los productos*, CONAVI, Caracas.

Lovera, Alberto (2006), "Genealogía de una línea de investigación para el desarrollo sostenible de la construcción y el hábitat" (inédito).

Lovera, Alberto (2008), "Innovar y comunicar. La revista Tecnología y Construcción": *Informes de la Construcción*, Vol. 60, N° 510

Lovera, José Rafael (2009), *Vida de hacienda en Venezuela. Siglos XVIII al XX*, Fundación Bigott, Caracas

Lulle, Thierry (Comp.) (1998), *El sector construcción: actores y estrategias*, Universidad Externado de Colombia, Bogotá

Lungo, Mario (1987), "El problema de la tierra urbana. Un ensayo de síntesis teórica": *Revista Interamericana de Planificación*, Vol. XX, N° 80

Lungo, Mario/Oporto, Francisco (1996), "El sector construcción en El Salvador": *Tecnología y Construcción*, N° 12-I

Lundvall, Bengt-Ake (1999), "La base del conocimiento y su producción": *Economiaz*, N°45

LUZ/UCV/ULA/UNET (Sosa/Lovera, Coord.) (1999), "Materiales, componentes y técnicas de construcción para viviendas de bajo costo. Elementos teórico-conceptuales": *Tecnología y Construcción*, N° 15-II

LUZ/UCV/ULA/UNET (2001), *Materiales, componentes y técnicas de construcción para viviendas de bajo costo. Informe Final*, mimeo, Caracas

Mac Donald, Joan (2002), *Pobreza y ciudad en América Latina y el Caribe*, mimeo, Santiago de Chile

Machado de Acedo, Clemy et. al. (1981), *Estado y grupos económicos en Venezuela*, Editorial Ateneo de Caracas, Caracas

Mahbud, Rohana/Humphreys, Matthew (2005), "An investigation into barriers to automation and robotic in construction": *The Queensland University of Technology. Research Week International Conference. Conference Proceedings*, Brisbane, Australia

Maldonado-Bourgoin, Carlos (1997), *Ingenieros e Ingeniería en Venezuela. Siglos XV al XX*, TECNOCONSULT, Caracas

Mandel, Ernest (1969), *Tratado de economía marxista*, 2 tomos, Ediciones Era, México

Marcano González, Luis F. (1985), "Progreso Tecnológico e industria de la construcción": *Tecnología y Construcción*, N° 1.

Marcano González, Luis F. (1993), "Elementos de estrategia de centros de investigación y desarrollo": *Tecnología y Construcción*, N° 9

Marcano González, Luis F. (1999), "El entorno tecnológico del MOP": Cilento, Alfredo et.al. (1999.a), "El dispositivo de obras públicas en Venezuela (1874-1976)": Martín Frechilla, Juan José/Texera Arnal, Yolanda (Comp.), *Modelos para desarmar: Instituciones y disciplinas para una historia de la ciencia y la tecnología en Venezuela*, UCV-CDCH, Caracas

Marcano González, Luis F. (2000.a), "El entorno actual y la gerencia de proyectos de investigación": *Espacios*, Vol. 21, N° 2

Marcano González, Luis F. (2000.b), "La formación del discurso tecnológico de la Ingeniería y la Arquitectura en Venezuela. Un ensayo interpretativo sobre el aprendizaje social de tecnología en construcción": *Recítec*, Vol. 4, N° 1

Martín, J.J. (1982), *El Proceso de Producción del Medio Ambiente Construido (Una Vía para su Análisis)*, IDEC-IU-SEU, FAU, UCV, La Organización de la Industria de la Construcción en Venezuela. Componentes y Relaciones. Proyecto de Investigación, DI/04/82, mimeo, Caracas

Martín, J.J. (1987), "Del optimismo tecnofílico al pesimismo tecnofóbico": *Tecnología y Construcción*; N° 3

Martín Frechilla, Juan José (1998), "Sin solución de continuidad. Exilados e inmigrantes españoles en la construcción de Caracas: 1936-1958": *Exils et migrations ibériques vers l'Amérique Latine*, N° 5.

Martín Frechilla, Juan José (1994), Planes, planos y proyectos para Venezuela: 1908-1958 (Apuntes para una historia de la construcción del país); CDCH-UCV/Fondo Editorial Acta Científica Venezolana, Caracas

Martín Frechilla, Juan José (1999), "El urbanismo como disciplina para la modernización: Caracas, 1870-1958": Martín Frechilla, Juan José/Texera Arnal, Yolanda (Comp.), *Modelos para desarmar: Instituciones y disciplinas para una historia de la ciencia y la tecnología en Venezuela*, UCV-CDCH, Caracas

Martín Frechilla, Juan José (2007), "Nueva tierra de gracia: los exilios de la guerra civil española en Venezuela, 1936-1951": Pla Brugat (Coord.), *Pan, trabajo y hogar. El exilio republicano español en América Latina*, SEGOB-Instituto Nacional de Migración-Centro de Estudios Migratorios/Instituto Nacional de Antropología e Historia/DGE Ediciones, México

Martín Frechilla, Juan José et. al. (2005), *Un archivo para la historia: Acta Científica Venezolana. 1950-2000*, UCV, CDCH, Caracas

Martínez, Germán/Pellicer, Eugenio (2006), *Organización y gestión de proyectos y obras*, McGraw-Hill/Interamericana de España, Madrid

Marx, Karl (1977); *El Capital*, Siglo XXI Editores S.A., 4a., México

Marx, Karl (1972), *El Capital. Libro I. Capítulo VI (inédito)*, Siglo XXI Argentina editores, Buenos Aires.

Maza Zavala, D.F. (2002), *Fundamentos de Economía*, Los Libros de El Nacional, Caracas

Mercado, Alexis/Testa, Pablo (Ed.) (2001), *Tecnología y ambiente: El desafío competitivo de la industria química y petroquímica en Venezuela*, Fundación Polar/CENDES, Caracas

Mercado, Alexis (2003), “¿Innovaciones incrementales o desarrollo tecnológico nuevo?: La planta de alquilbenceno de Química Venoso”: Pirela, Arnoldo (Ed.), *Venezuela: El desafío de innovar*, Fundación Polar/CENDES, Caracas

Mercado, Alexis (2004), *Aprendizaje tecnológico y desarrollo institucional: la industria química y petroquímica en Brasil y Venezuela*, CENDES/Fundación Polar, Caracas

Mercado, Alexis (2005), “Tecnología e industria. Realidad y perspectivas en América Latina”: Cadenas, José María (Comp.), *Ciencia y tecnología en América Latina. Una mirada desde Venezuela*, Centro de Estudios de América. UCV/Fundación Polar, Caracas

Miguélez, Faustino (1990), “Trabajo y relaciones laborales en la construcción”: *Sociología del Trabajo*, Nueva Época, N°9, Siglo XXI de España Editores, Madrid.

Millán, Carlos, “Multifuncionalidad en la maquinaria de construcción y obra pública”: <http://anmopyc.es> (consulta: 1/3/2009)

Moltke, Ivar (2007), *Building in knowledge society. Erabuild: Plug&Play project*, Danish Enterprise and Construction Authority

Monjo Carrió, J. (2005), “La evolución de los sistemas constructivos en la edificación. Procedimientos para su industrialización”: *Informes de la Construcción*, Vol. 57, N° 499-500

Murcia Vela, Juan (2005), “En el camino de una investigación más potente para construcción de obra civil”: *Informes de la Construcción*, Vol. 57, N° 498

Muro, (1996), “Japón: El horizonte de la técnica”: *Tecnología y Construcción*, N° 12-I

Naciones Unidas (1976), *Tecnologías adecuadas para obras de ingeniería civil en los países en desarrollo. Examen exploratorio del estado de la cuestión*, United Nations publication, Nueva York

Naredo, José Manuel (1996), *La economía en evolución. Historia y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico*, 2ª., actualizada, Siglo XXI de España Editores, Madrid

Naredo, José Manuel (1997), “Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible”: <http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a004.html>

Naredo, José Manuel/Frías, José (2003), “El metabolismo económico de la conurbación madrileña. 1984-2001”: *Economía Industrial*, N° 321

Naredo, José Manuel (2004), “Perspectivas de la vivienda”: *ICE*, N° 815

Naredo, José Manuel (2009), “La cara oculta de la crisis: el final del boom inmobiliario y sus consecuencias”: *Revista de Economía Crítica*, N° 7

Naredo, José Manuel (2010), “El modelo inmobiliario español y sus consecuencias”: www.sinpermiso.info (consulta: 27-04-2010)

Neelamkavil, Joseph (2009), "Automation in a prefab and modular construction": *29th International Symposium on Automation and Robotics in Construction, ISARC 2009*

Negrón, Marco (2001), *Ciudad y modernidad*, Instituto de Urbanismo, FAU, UCV, Caracas

Nicolescu, Irene (1981), "Renta Urbana/Propiedad de la tierra y su relación con el capital promocional financiero. El caso de Caracas": *Urbana*, N° 3, IU-FAU-UCV, Caracas

Nicolescu, Irene (1987), "Crecimiento hacia fuera, construcción y desarrollo autosostenido": *Urbana*, N° 8, IU-FAU-UCV, Caracas.

Nicolescu, Irene (1995), "Determinantes financieros del mercado de la vivienda. Un enfoque teórico": *Urbana*, N° 16-17, IU-FAU-UCV, Caracas.

Nicolescu, Irene (1997), "Apertura petrolera y financiamiento de la vivienda": *Análisis de Coyuntura*, Vol. III, N° 2, IIES-FACES-UCV, Caracas

Nicolescu, Irene (1998), "Sensibilidad del mercado hipotecario a los desequilibrios macroeconómicos": *Urbana*, N° 22, IU-FAU-UCV, Caracas.

Nicolescu, Irene (1999), *Mecanismos de transmisión del mercado hipotecario al mercado de la vivienda*, CDCH-UCV/CONAVI/BANAP, Caracas

Nicolescu, Irene (2004), "Restricciones del contexto económico y social a la efectividad de la política habitacional": *Urbana*, Vol. 9, N° 35

Niklison, Carlos A. (1953), *Teoría de los precios de la construcción*, Librería y Editorial Castellví, Santa Fe- Argentina

ONUDI. Naciones Unidas (1969), *La industria de la construcción*, ONUDI-ONU, D1/40/2, New Cork

OPTI/LAMBEIN (2003), *Obra Civil. Estudio prospectivo del sector de obra civil en la construcción*, OPTI/LAMBEIN, Madrid

Organización Internacional del Trabajo (OIT) (1937), *Convenio sobre las prescripciones de seguridad (edificación)*: www.ilo.org (consulta: 15-09-2009)

Organización Internacional del Trabajo (OIT) (1991), *Situación reciente en el sector construcción, la ingeniería civil y las obras públicas*, OIT, Ginebra

Organización Internacional del Trabajo (OIT) (1992), *Seguridad y salud en la construcción. Repertorio de recomendaciones prácticas de la OIT*, Ginebra: www.ilo.org (consulta: 15-09-2009)

Organización Internacional del Trabajo (OIT) (1998), *Convenio sobre seguridad y salud en la construcción*: www.ilo.org (consulta: 15-09-2009)

Organización Internacional del Trabajo (OIT) (2001), *La industria de la construcción en el siglo XXI: su imagen, perspectivas de empleo y necesidades en materia de calificaciones*, OIT, Ginebra

Ortega, Elizabeth (2000), "Desempeño ambiental en los sectores conexos a la industria petrolera en Venezuela": *Espacios*, Vol. 21, N°3

Ortega, Elizabeth (2005), "Las exigencias de PDVSA y el desempeño ambiental de sus proveedores": *Espacios*, Vol. 26 (Especial)

Palacios, Luis Carlos et. al. (1976), "Algunas hipótesis sobre el desarrollo futuro de Caracas": *Cuadernos de la Sociedad Venezolana de Planificación*, N° 138-140, Caracas

Palacios, Luis Carlos/ Nicolescu, Irene (1985), "Venezuela: Acumulación y crisis. Una revisión del rol de la construcción": *Urbana*, N° 6, IU-FAU-UCV, Caracas

Palacios, Luis Carlos et. al. (1989), "Vivienda y economía. Una aproximación estructural": *Coloquio*, Vol. 1, N° 1, CDCH-UCV, Caracas

Palaia, Liliana (Coord.) (2008), *Aprendiendo a construir la arquitectura*, Limusa, México

Panaia, Marta (Comp.) (2000), *Construcción. Productividad, empleo e integración regional*, EUDEBA, Buenos Aires

Panaia, Marta (Comp.) (2002), *Competitividad y salud ocupacional*, Editorial La Colmena, Buenos Aires

Panaia, Marta (2004), *El sector de la construcción: un proceso de industrialización inconcluso*, Nobuko, Buenos Aires

Paniagua, Jesús, "Maquinaria de construcción y obra pública inteligente. Automatización": <http://anmopyc.es> (consulta: 1/3/2009).

Pavitt, K. (1984), "Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory": *Research Policy*, N° 13

Peña, Jesús (2000), "Perfiles dominantes en la relación cliente-proveedor: los sectores conexos a la industria petrolera": *Espacios*, Vol. 21, N°3

Peña, Jesús (2000), "Vigencia y transformación del 'entrepreneur' shumpeteriano": *Nueva Economía*, Año IX, N° 15

Peña, Jesús (2003), "La innovación como fenómeno evolutivo: implicaciones para el campo de la economía y las políticas públicas asociadas": *Interciencia*, Vol. 28, N° 6

Peña, Jesús (2003), "Cambio tecnológico y sistemas nacionales de innovación: elementos para la teoría y la política del desarrollo socio-económico": *Argos*, Vol. 38

Peña, Jesús (2005), "Colaboración inter-empresarial, política de compras públicas y política regional en PDVSA: Las relaciones cliente-proveedor": *Espacios*, Vol. 26 (Especial)

Peña, Jesús (2006), "Agendas de investigación e innovación": *Revista Venezolana de Gerencia*, Vol. 33

Peña, Jesús (2006), "Análisis crítico de un estudio acerca de la gerencia del conocimiento en empresas": *Opción*, N° 49

Pereira, Paulo Cesar Xavier (1988), *Espaço, técnica e construção*, Livraria Nobel, São Paulo

Pereira Da Costa, Ane (1997), "Novas tecnologias e relações de trabalho na construção civil": *Tecnología y Construcción*, N° 13/II.

Pereira da Silva, Ione Guiherme et. al. (2008), *Cadeia produtiva da construção civil: uma análise sobre a sustentabilidade*, UFPB-PRG, XI Encontro de Iniciação á Docência,

Pérez, Carlota (2004), *Revoluciones tecnológicas y capital financiero: la dinámica de las grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza*, Siglo XXI editores, México

Pérez, Laura/Adarmes, Silvia (2005), "Estudio de las capacidades tecnológicas en el sector productivo local de la construcción": *Espacios*, Vol. 26, N° 1, Caracas.

Piedrahita, Javier, "Automatización en la construcción": <http://anmopyc.es> (consulta: 1/3/2009).

Pinch, Trevor J./Bijker, Wiebe E. (2008), "La construcción social de hechos y de artefactos: o acerca de cómo la sociología de la ciencia y la sociología de la tecnología pueden beneficiarse mutuamente": Thomas, Hernán/Buch, Alfonso (Coord.), *Actos, actores y artefactos. Sociología de la Tecnología*, Universidad Nacional de Quilmes Editorial, Buenos Aires

Pinto, Anibal (1976), *Heterogeneidad estructural y modelos de desarrollo reciente en América Latina*, FCE, México

Pirela, Arnoldo et. al. (1991.a), *Conducta empresarial y cultura tecnológica. Empresas y centros de investigación en Venezuela*, CENDES, Caracas

Pirela, Arnoldo et. al. (1991.b), "Vinculaciones universidad-empresa en Venezuela: fábula de de amores platónicos y cicerones": *Acta Científica Venezolana*, Vol. 42.

Pirela, Arnoldo et. al. (1993), "Technological learning and entrepreneurial behaviour: A taxonomy of the chemical industry in Venezuela": *Research Policy*, vol. 22, N° 5-6

Pirela, Arnoldo (1996), *El empresario venezolano frente a la tecnología: La industria química y petroquímica*, CENDES, mimeo, Caracas

Pirela, Arnoldo (Ed.) (1996), *Cultura empresarial en Venezuela: La industria química y petroquímica*, CENDES/Fundación Polar

Pirela, Arnoldo (2000), "En búsqueda de la competitividad: Los sectores conexos a la industria petrolera, petroquímica y de procesos en Venezuela": *Espacios*, Vol. 21 N° 3

Pirela, Arnoldo/Abreu, Oswaldo (2000), "Cultura de la Información en las empresas y sectores conexos a la industria petrolera y petroquímica": *Espacios*, Vol. 21, N°3

Pirela, Arnaldo/Testa, Pablo (2000), "El indicador de competitividad estratégica y la taxonomía de empresas: a modo de conclusiones", *Espacios*, Vol. 21, No. 3.

Pirela, Arnaldo (Ed.) (2003.a), *Venezuela: El desafío de innovar*, Fundación Polar/CENDES, Caracas

Pirela, Arnaldo (2003.b), "De cómo el Estado puede jugar a ganador y de las teorías de la innovación": Pirela, Arnaldo (Ed.), *Venezuela: El desafío de innovar*, Fundación Polar/CENDES, Caracas

Pirela, Arnaldo et. al. (2005.a), "La apertura petrolera y su impacto en la estructura industrial venezolana: monitoreo del desempeño y desarrollo de competencias tecnológicas, organizativas y ambientales": *Espacios*, Vol. 26 (Especial)

Pirela, Arnaldo et. al. (2005.b), "La apertura petrolera y el potencial de las alianzas de PDVSA y sus proveedores": *Espacios*, Vol. 26 (Especial), Caracas

Pirela, Arnaldo (2005), "La apertura petrolera y el potencial de alianzas entre PDVSA y sus proveedores: El papel del contexto nacional": *Espacios*, Vol. 26 (Especial)

Pirela, Arnaldo/Abreu, Oswaldo (2005), "Confidencialidad y competitividad: benchmarking cultura de la información entre proveedores de PDVSA": *Espacios*, Vol. 26 (Especial)

Plataforma Tecnológica Española de la Construcción (PTEC) (2005), "Visión 2030": www.construccion2030.org (consulta: 5-8-2008)

Plataforma Tecnológica Española de la Construcción (PTEC) (2006), "Agenda estratégica de investigación": www.construccion2030.org (consulta: 5-8-2008).

Poirier, René (1965), *La epopeya de las grandes construcciones. De la torre de Babel a Brasilia*, Editorial Labor, Barcelona, España

Porter, Michael E. (1991), *La ventaja competitiva de las naciones*, Plaza & Janes Editores, Barcelona-España

Porter, Michael E. (2006), *Estrategia y ventaja competitiva*, Ediciones Deusto, Barcelona

Posani, Juan Pedro (1979), *La vivienda en Venezuela*, INCE, Caracas

Pradilla, Emilio (1974), "Notas acerca del problema de la vivienda": Pradilla, Emilio (1987), *Capital, Estado y vivienda en América Latina*, Ediciones Fontamara, México

Pradilla, Emilio (1984), *Contribución a la crítica de la "teoría urbana" (del "espacio" a la "crisis urbana")*, UAM-Xochimilco, México

Pradilla, Emilio (1987), *Capital, Estado y vivienda en América Latina*, Ediciones Fontamara, México

Pradilla, Emilio (2009), *Los territorios del neoliberalismo en América Latina*, UAM/Miguel Angel Porrúa, México

- Prebisch, Raúl (1981), *Capitalismo periférico. Crisis y transformación*, FCE, México
- Preteceille, Edmond (1976), *Región de Paris. La Producción de los «Grands ensembles»*, Gustavo Gili, Barcelona.
- Prielsa, José, “Usos de nuevos materiales en maquinaria de construcción y obra pública”: <http://anmopyc.es> (consulta: 1/3/2009).
- Pries, Frens/Dorée, André (2005), “A century of innovation in the Dutch construction industry”: *Construction Management and Economics*, N° 23
- Pucci, Francisco (2004), *Aprendizaje organizacional para la gestión de riesgo*, CINTERFOR/OIT, Montevideo
- Pucci, Francisco (2007), “Accidentes de trabajo y condiciones de riesgo en la industria de la construcción uruguaya”: Walter, Jorge/Pucci, Francisco (Directores), *La gestión del riesgo y las crisis. Personas, culturas organizacionales e instituciones*, Editorial Ateneo/Universidad de San Andrés/Francia: Fundación por una cultura de seguridad industrial, Buenos Aires
- Quijano, Anibal (2007), “¿Sistemas alternativos de producción?”: Coraggio, José Luis (Org.), *La economía social desde la periferia. Contribuciones latinoamericanas*, Editorial Altamira, Buenos Aires
- Ramos, Roberto et.al., *O macro setor da Construção*: www.cbic.com (consulta: 25/07/08)
- Rey, Jean Pierre et. Al. (1980), *Introducción a la teoría de la renta*, Ediciones SIAP, Buenos Aires.
- Riboulet, Pierre (1975), “Una construcción primitiva para una sociedad desarrollada”: *Documents D’Análisi Urbana*, N°3, Barcelona
- Riboulet, Pierre (1975), “Elementos para una crítica de la arquitectura”: *Documents D’Análisi Urbana*, N°3, Barcelona
- Richard, Roger Bruno (2006), “Industrialised, flexible and demountable building systems: Quality, economy and sustainability”: *The CRIOCM 2006 International Symposium on “Advancement of Construction Management and Real Estate”*
- Richta, R (1974), *La civilización en la encrucijada*, Editorial Ayuso, Madrid
- Riofrío, Gustavo/Driant, Jean-Claude (1987), *¿Qué vivienda han construido? Nuevos problemas en viejas barriadas*, CIDAP/IFEA/Tarea, Lima
- Rivera, Miguel Angel (2005), *Capitalismo informático, cambio tecnológico y desarrollo nacional*, UNAM/Universidad de Guadalajara/PROFMEX/Casa Juan Pablos, México
- Rivera, Rubén, “Sistemas de unión para maquinaria de construcción y obra pública”: <http://anmopyc.es> (consulta: 1/3/2009).

Rosas, Iris (2005), *La cultura constructiva de la vivienda en los barrios del Área Metropolitana de Caracas*, Tesis Doctoral, Doctorado en Arquitectura, FAU, UCV, mimeo, Caracas

Rosenberg, Nathan (1994), "Incertidumbre y cambio tecnológico": *Revista de Historia Industrial*, N° 6

Rosenberg, Nathan (1995), *Perspectivas sobre tecnología*, Fondo Editorial FINTEC, Caracas

Ruiz-Larrea, C. et.al. (2009), "El proyecto Manubuild: una propuesta de la aplicación de sistemas industrializados a la vivienda colectiva en España": *Informes de la Construcción*, Vol. 61, N° 513

Rull Sabater, Alberto (1975), *Formas de financiación y crédito de la industria de la construcción*, Asociación de Investigación de la construcción, Madrid

Sábato, Jorge/Makenzie, Michael (1982), *La producción de tecnología (autónoma o transnacional)*, ILET/Editorial Nueva Imagen, México

Salagnac, J.L. (1986), "Building with help robots": *Trends in building construction techniques worldwide*, *International Council of Bounding Research Studies and Documentation*, Paris

Salas, Julián (1992), *Contra el hambre de vivienda. Soluciones tecnológicas latinoamericanas*, Escala, Bogotá

Salas, Julián (2000), *La industrialización posible de la vivienda latinoamericana*, Escala, Bogotá.

Salomón, Jean-Jacques et.al. (Comp.) (1996), *Una Búsqueda Incierta. Ciencia, Tecnología y Desarrollo*, Editorial de la Universidad de las Naciones Unidas/CIDE/FCE, México

Sansom, R.C. (1960), *Organization of building sites*, Her Majesty's Stationery Office, London

Schteingart, Martha (1982), "El sector inmobiliario capitalista y las formas de apropiación del suelo urbano. El caso de México": Pradilla, Emilio (Comp.), *Ensayos sobre el problema de la vivienda en América Latina*, Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco, México.

Schteingart, Martha (1989), *Los productores del espacio habitable. Estado, empresas y sociedad en la Ciudad de México*, El Colegio de México, México

Schteingart, Martha (Comp.) (1992), *La renta del suelo urbano*, Documentos de Docencia, N° 4, Centro de Estudios Demográficos y de Desarrollo Urbano, El Colegio de México, México

Schumpeter, Joseph A. (1957), *Teoría del desenvolvimiento económico*, 2ª., FCE, México

Schumpeter, Joseph A. (1971), *Capitalismo, socialismo y democracia*, Editorial Aguilar, Madrid

Segre, Roberto (Relator) (1985), *América Latina en su arquitectura*, Siglo XXI editores/UNESCO, 6ª, México

Segre, Roberto (2005), *Tres décadas de reflexiones sobre el hábitat latinoamericano*, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Artes, Bogotá

Serra, Javier (2005), "La normativa y la reglamentación en la mejora de la calidad en la construcción y su relación con la innovación": *Informes de la Construcción*, Vol. 57, N° 499-500.

Sexton, Martin et.al. (2007), "Hidden innovation in construction": *Second International Conference World of Construction Project Management*, Delf

Shields, Rob/West, Kevin (2000), *Innovation in clean room construction: Cooperation between firms*, Innovation Management Research, Carleton University, Ottawa, Canada

Sierra, Enrique (1979), *Economía Política del Desarrollo*, Sociedad de Ediciones Internacionales, Bogotá

Silva Michelena, Héctor (1992), "Productividad y tecnología": *Nueva Economía*, Año 1, N° 1

Silva Michelena, Héctor (2005), "Ciencia y tecnología en América Latina: Modelos de desarrollo": Cadenas, José María (Comp.), *Ciencia y tecnología en América Latina. Una mirada desde Venezuela*, Centro de Estudios de América. UCV/Fundación Polar, Caracas

Silva Michelena, Héctor (2006), *El pensamiento económico venezolano en el siglo XX. Un postigo con nubes*, Fundación para la Cultura Urbana, Caracas

Singer, Paul (2207), "Economía solidaria. Un modo de producción y distribución": Coraggio, José Luis (Org.), *La economía social desde la periferia. Contribuciones latinoamericanas*, Editorial Altamira, Buenos Aires

Slaughter, E. Sarah (1998), "Models of construction innovation": *Journal of Construction and Management*, 124 (3)

Slaughter, E. Sarah (2000), "Implementation of construction innovations": *Building Research and Information*, 28 (1)

Slaughter, E. Sarah (1993), "Innovation and learning during implementation: a comparison of user and manufacturer innovations": *Research Policy*, N° 22

Smith, Adam (1982), *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*, FCE, México

Smith, M.R./Marx, L. (Ed) (1996), *Historia y determinismo tecnológico*, Alianza Editorial, Madrid.

Sosa, Milena et. al. (2008), "Tendencias de investigación y desarrollo en el área de diseño y construcción de edificaciones": *Tecnología y Construcción*, N° 24-III, Caracas

Steinman, David B./Watson, Sara Ruth (1979), *Puentes y sus constructores*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos/Ediciones Turner, Madrid

Sutz, Judith (2007), "Relaciones Universidad-Empresa en América Latina": Sebastián, Jesús (Ed.), *Claves del desarrollo científico y tecnológico en América Latina*, Fundación Carolina/Siglo XXI de España Editores

Taltavull de La Paz, Paloma (2001), *Economía de la Construcción*, Civitas Ediciones, Madrid.

Tangkar, Marino/Ardite, David (2000), "Innovation in the construction industry": *Dimensi Teknik Sipli*, Vol. 2, N° 2.

Testa, Pablo (2000.a), *Las empresas proveedoras de bienes y servicios para la industria petrolera venezolana: competitividad, taxonomía y jerarquización*, CENDES-UCV, Caracas

Testa, Pablo (2000.b), "Capacidades tecnológicas en los sectores conexos a la industria petrolera y petroquímica": *Espacios*, Vol. 21, N° 3

Testa/Mercado, 2001, "El programa de investigación": Mercado, Alexis/Testa, Pablo (Ed.), *Tecnología y ambiente. El desafío competitivo de la industria química y petroquímica venezolana*, Fundación Polar/CENDES, Caracas

Testa, Pablo (2003), "Una mirada estadística a la capacidad tecnológica e innovadora de la industria manufacturera venezolana": Pirela, Arnoldo (Ed.) (2003.a), *Venezuela: El desafío de innovar*, Fundación Polar/CENDES, Caracas

Testa, Pablo (2005), "Competitividad tecnológica y especialización: la lógica del tamaño de las empresas proveedoras de la industria petrolera": *Espacios*, Vol. 26 (Especial)

Thomas, Hernán et. al. (2007), "Trayectoria sociotécnica y estilos de innovación en países subdesarrollados. Resignificación de tecnologías en una empresa nuclear y espacial argentina": Dutrénit, Gabriela et. al. (Coord.), *Globalización, acumulación de capacidades e innovación. Los desafíos para las empresas, localidades y países*, FCE/OEI, México

Thomas, Hernán/Bruun, Alfonso (Coord.) (2008), *Actos, actores y artefactos. Sociología de la Tecnología*, Universidad Nacional de Quilmes Editorial, Buenos Aires

Thomas, Hernán (2008), "Estructuras cerradas versus procesos dinámicos: trayectorias y estilos de innovación y cambio tecnológico": Thomas, Hernán/Buch, Alfonso (Coord.), *Actos, actores y artefactos. Sociología de la Tecnología*, Universidad Nacional de Quilmes Editorial, Buenos Aires

Thomas, Hernán/Fressoli, Mariano (2009), "En búsqueda de una tecnología para investigar tecnologías sociales": Dagnino, Renato (Org.), *Tecnología social. Ferramenta para construir outra sociedade*, IG/UNICAMP, Campinas, São Paulo.

Tineo, Joan Antón [1984], *Historia de la construcción. De la caverna a la industrialización*, Montesinos Editor, Barcelona

Topalov. Christian (1973), *Capital et propriété foncière. Introduction a l'étude des politiques foncières urbaines*, Centre de Sociologie Urbaine, Paris

Topalov. Christian (1974), *Les promoteurs immobiliers. Contribution a l'analyse de la production capitaliste du logement en France*, Mouton, Paris-La-Haye

Topalov. Christian (1975), "La promoción inmobiliaria: un sistema de agentes económicos": *Documents D'Análisi Urbana*, N°3, Barcelona.

Topalov. Christian (1979), *La urbanización capitalista*, Edicol, México

Topalov. Christian (1984), *Ganancias y rentas urbanas. Elementos teóricos*, Siglo XXI de España, Madrid

Topalov. Christian (1987), *Le Logement en France. Histoire d'une marchandise impossible*, Presses de la Fondation Nationale des Sciences Politiques, Paris

Topalov. Christian (1990), "Hacer historia de la investigación urbana: La experiencia francesa desde 1965": Coraggio, José Luis (Ed.), *La investigación urbana en América Latina. Caminos recorridos y por recorrer. 3: Las ideas y su contexto*, Ed. Ciudad, Quito

Torres, Nicolás et. al. (2000), "Gestión económica y diversificación de mercados: Proveedores de la industria petrolera": *Espacios*, Vol. 21, N°3

Torres, Nicolás et. al. (2000), "Gestión organizacional en las empresas proveedores de la industria petrolera y petroquímica": *Espacios*, Vol. 21, N°3

Turín, Duccio A. (Ed.) (1979), *Economía de la Construcción*, Editorial Gustavo Gili, Barcelona

Urbaneja, Luis A. (1937), "Experimentos practicados en Venezuela para la determinación de la resistencia de materiales de construcción": *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales*, III (15-16), Caracas

Valecillos, Héctor (1984), *La reactivación de la economía venezolana y el rol potencial de la industria de la construcción*, Caracas

Valecillos, Héctor (1990), *Economía y política del trabajo en Venezuela*, Academia Nacional de Ciencias Económicas, Caracas

Valecillos, Héctor (1998), *Impactos regionales del crecimiento y la contracción económica en Venezuela. 1936-1990*, BCV, Caracas

Valecillos, Héctor (2007), *Crecimiento económico, mercado de trabajo y pobreza. La experiencia venezolana del siglo XX*, Ediciones Quinto Patio, Caracas

Vargas, Nilton (1995), "Tendências da mudança na indústria da construção": *Tecnología y Construcción*, N° 11-I, Caracas.

Vence, Xavier (1995), *Economía de la innovación y del cambio tecnológico*, Siglo XXI de España Editores, Madrid

Vessuri, Hebe (1987), "La revista científica periférica. El caso de Acta Científica Venezolana": *Interciencia*, Col. 12, N° 3

Vessuri, Hebe (1994), "Historia de la ciencia y de la tecnología: enfoques y orientaciones": Martínez, Eduardo (Ed.), *Ciencia, tecnología y desarrollo: interrelaciones teóricas y metodológicas*, Editorial Nueva Sociedad/UNESCO, Caracas

Vessuri, Hebe (Comp.) (1995), *La academia va al mercado. Relaciones de científicos académicos con clientes externos*, Fondo Editorial Fintec, Caracas

Vessuri, Hebe (1997), "Aprendizaje científico-técnico y cambio cultural en Venezuela: un enfoque microsociológico": *Redes*, N°9, Vol. 4

Vessuri, Hebe (2004), "¿Hibridación del conocimiento? La ciencia en la transición al desarrollo sustentable": *Convergencia*, Año 11, N° 35

Vessuri, Hebe (2005), "Laboratorios y experimentos. Democracia y política en la investigación industrial": *Cuadernos del CENDES*, Año 22, N° 58

Vessuri, Hebe (Comp.) (1998), *La Investigación y Desarrollo (I+D) en las Universidades de América Latina*, Fondo Editorial Fintec, Caracas

Vessuri, Hebe et. al. (2005), "La base de conocimiento de la industria petrolera en Venezuela y la dinámica de lo público-privado": *Redes*, Vol. 11, N° 22

Vessuri, Hebe et. al. (2005), "Juego de espejos: la investigación sobre petróleo en la industria petrolera y el medio académico venezolano": Martín, J.J./Texera, Yolanda (Eds.), *Petróleo nuestro y ajeno*, CDCH-UCV, Caracas

Vessuri, Hebe (2007), *O inventamos o erramos. La ciencia como idea-fuerza en América Latina*, Universidad Nacional de Quilmes Editorial, Bernal, Buenos Aires.

Vessuri, Hebe (2008), *Conocimiento, desarrollo y ambiente*, Ediciones Ministerio del Poder Popular para la Ciencia y Tecnología, Caracas

Viana, Horacio (Coord.) (1994), *Estudio de capacidad tecnológica de la industria tecnológica venezolana*, Fondo Editorial FINTEC, Caracas

Viana, Horacio/Cervilla, María Antonia (1998), *Tecnología y competitividad en la industria manufacturera (actualización del estudio de capacidad tecnológica de la industria tecnológica venezolana)*, Fondo Editorial FINTEC, Caracas

Villanueva, Federico (1982), *Los elementos básicos del medio ambiente construido. Los objetos mercancías urbanos*, Proyecto de Investigación INCOVEN, DI/08/82, IDEC-IU-SEU, FAU, UCV, mimeo, Caracas

Villanueva, Federico (1984), "La cuestión de la renta urbana. Una introducción": *Urbana*, N° 5

Villanueva, Federico (1987), "La circulación del capital en la industria de la construcción": *Tecnología y Construcción*, N° 3.

Villanueva, Federico (1989.a), "La fase I de la circulación en el ciclo del capital dinero de la construcción": *Tecnología y Construcción*, N° 5.

Villanueva, Federico (1989.b), *Los desembolsos de capital del empresario constructor*, FAU, UCV, mimeo, Caracas

Villanueva, Federico (1990), "La primera parte de la fase II de la circulación": *Tecnología y Construcción*, N° 6.

Villavicencio, Daniel (2008) "Relaciones laborales, trabajo e innovación": Valenti, Giovanna et. al (Coord.), *Instituciones, sociedad y mundo del trabajo*, FLACSO/Plaza y Valdés Editores, México

Vitelli, Guillermo (1976), *Competencia, oligopolio y cambio tecnológico en la industria de la construcción. El caso argentino*, ONU.CEPAL/BID, mimeo, Buenos Aires

Vitelli, Guillermo (1978), "Cambio tecnológico, estructura de mercado y ocupación en la industria de la construcción argentina": *El Trimestre Económico*, Vol. XLV (4), N° 180, México

Von Klinckowstroem, Carl (1965), *Historia de la técnica. Del descubrimiento del fuego a la conquista del espacio*, Editorial Labor, Barcelona, España

Vrijhoef, Ruben /Koskela, Lauri (2005), "Revisiting the three peculiarities of production in construction": *Proceeding IGLC-13*, Sydney, Australia

Weber, Max (1974), *Historia Económica General*, FCE, México

Widén, Krisrian (2002), *Innovation in the construction process. A Theoretical Framework*, Department of Construction and Architecture, Division of Construction Management, Lund Institute of Technology, Lund University, Lund, Sweden

Williams, Rosalind (2004), *Cultura y cambio tecnológico: el MIT*, Alianza Editorial, Madrid

Williams, Trevor I. (1987); *Historia de la Tecnología. Desde 1900 hasta 1950*, Siglo XXI de España Editores, Madrid

World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), *Eficiência energética em edifícios. Realidades empresariais e oportunidades. Relatório síntese*: www.wbcSD.org (consulta: 9/10/2009)

World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) (2008), Energy efficiency in buildings: Business realities. Facts and trends: www.wbcSD.org (consulta: 9/10/2009)

World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) (2009.a), Transforming the market: Energy efficiency in buildings: www.wbcasd.org (consulta: 9/10/2009)

World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) (2009.b), Energy efficiency in buildings. Roadmap for transformation of energy use in buildings: www.wbcasd.org (consulta: 5/8/2010)

World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) (2010), Visión 2050. Una nueva agenda para los negocios: www.wbcasd.org (consulta: 5/8/2010)

Wyk, V. (2007), *Open Standard building in South Africa. New concepts, strategies and Technologies*, CIB

Ye, J. et. al. (2009), "Stakeholders' requirements analysis for a demand driven construction industry": *Journal of Information Technology in Construction*, Vol. 41

Yujnovski, Oscar (1984), *Claves políticas del problema habitacional argentino, 1955-1981*, Grupo Editor Latinoamericano (GEL), Buenos Aires

Yujnovski, Oscar/Clichevsky, Nora (1978), "El sector concentrado de la construcción en Argentina": *Revista Interamericana de Planificación*, N° 47-48

Zawisza, Leszek (1980.a), *La Academia de Matemáticas de Caracas*, Ministerio de la Defensa, Caracas

Zawisza, Leszek (1980. b), *Alberto Lutowski. Contribución al conocimiento de la ingeniería venezolana del siglo XIX*, Ministerio de la Defensa, Caracas

Zawisza, Leszek (1988), *Arquitectura y obras públicas en Venezuela*, Ediciones de la Presidencia de la República, Caracas

Ziccardi, Alicia (1991), *Las obras públicas de la Ciudad de México (1976-1982). Política urbana e industria de la construcción*, UNAM, México

Ziccardi, Alicia (1994), "Los constructores mexicanos de los 90's": *Tecnología y Construcción*, N° 10, Caracas