

# Arquitectura y construcción sostenibles:

## CONCEPTOS, PROBLEMAS Y ESTRATEGIAS

Domingo Acosta

Arquitecto (UCV, 1979). Máster (1982) y Ph.D. (1986) en Arquitectura, University of California, Berkeley. Profesor Asociado, Investigador IDEC-FAU-UCV. Coordinador del Postgrado en Desarrollo Tecnológico de la Construcción, IDEC. Áreas de investigación: Arquitectura y construcción sostenibles. Sistemas de mampostería.

E-mail: domingoacosta@cantv.net

### RESUMEN

La necesidad de atender e intentar resolver los problemas que afectan la calidad de vida de los actuales habitantes del planeta, sin comprometer la posibilidad de que las futuras generaciones puedan disponer de recursos para enfrentar los suyos, es una referencia directa a la modificación del medio ambiente natural, actividad inherente a los arquitectos e ingenieros. Es un enfoque de carácter multifocal, que implica aspectos tecnológicos, políticos, sociales, económicos, ecológicos y éticos. En este artículo se desarrollan un conjunto de conceptos, problemas y estrategias que permiten definir las características que se aspira detenten las edificaciones para el logro de una mayor sostenibilidad o ecoeficiencia.

### PALABRAS CLAVES:

Construcción Sostenible / Reducción de desperdicios / Racionalidad energética / Deconstrucción / Construcción por la *vía seca* / Producción masiva en pequeña escala.

## Introducción

La arquitectura y la construcción son actividades que contribuyen al desarrollo social y económico de un país. Problemas como el de la vivienda, el hábitat y la recuperación del patrimonio edilicio construido, son característicos de la contribución que estas actividades pueden dar a la sociedad. Pero al mismo tiempo, la arquitectura y la construcción generan un impacto en el ambiente, la economía y la sociedad durante todo el ciclo de vida de la edificación u obra construida, a través de la ocupación del espacio y del paisaje, de la extracción de recursos, y de la generación de residuos y contaminación.

Como es sabido, la ocupación indiscriminada del espacio agota los recursos, destruye el paisaje y aumenta la vulnerabilidad de nuestros asentamientos humanos. Los deslizamientos y las continuas emergencias por deslizamientos y desbordamientos de quebradas en las zonas de barrios, constituyen un ejemplo claro del impacto de la construcción en el ambiente.

La extracción indiscriminada de recursos naturales tiene diversas consecuencias negativas sobre la economía y el ambiente. Las reservas de recursos no renovables, como la minería y los recursos energéticos, no son infinitos y el manejo inadecuado de los recursos renovables, como la madera, conlleva entre otros, efectos indeseables sobre el medio natural como el agotamiento de las fuentes de recursos hídricos.

El consumo energético ocurre durante todo el ciclo de vida de las edificaciones, desde la extracción de materia prima y su transporte a las obras, pasando por el uso de las edificaciones, hasta las posteriores modificaciones y demolición.

Por otra parte, al ser transformados para su incorporación a la producción y al ciclo de vida de las edificaciones, los recursos generan desechos y residuos en forma de gases, calor y escombros, ocasionando pérdida de recursos naturales, contaminación y desechos tóxicos, originando costos adicionales por el material que se pierde, la mano de obra y energía adicionales que se emplean.

Sin embargo, existen alternativas conceptuales y estrategias prácticas para formular y enfrentar los problemas

que se derivan de las actividades de la arquitectura y la construcción.

En lo conceptual se trata de entender que estas actividades, que contribuyen en la actualidad a resolver nuestros problemas urgentes, deben ser examinadas con respecto a su impacto ambiental y en el aspecto social, económico y técnico, en la búsqueda de no comprometer la capacidad de las generaciones futuras para resolver sus propios problemas, es decir, con el objetivo de lograr una arquitectura y construcción sostenibles. Debemos enfocar nuestros esfuerzos para que en nuestra sociedad ocurra la transición hacia el desarrollo sostenible. No hay duda de que el temor a eventos catastróficos como los deslizamientos, el sismo o los desastres ambientales, constituyen un incentivo para esta tarea. Pero la transición debería ocurrir más por el atractivo de la propuesta, por los efectos positivos que tendría en el corto y mediano plazo en el ambiente y en la sociedad, que por el miedo a las calamidades. Debemos "...superar la cultura de la emergencia para entrar en la de la sostenibilidad, entendida en sentido positivo, como una actuación oportuna en el tiempo a fin de facilitar medidas capaces para prevenir los problemas..."<sup>1</sup>.

Por otra parte, podemos desarrollar y aplicar estrategias prácticas y concretas, tanto en el campo profesional como en el académico, para formular y enfrentar los problemas e impactos que se derivan de las actividades de la arquitectura y construcción. Dichas estrategias deben apuntar directamente a la minimización de los impactos ambientales de la construcción, así como contribuir a la mejora y recuperación del medio ambiente.

El interés principal del trabajo académico en el campo de la arquitectura y de la construcción debe ser el de generar, a través de la investigación y el desarrollo tecnológico, conocimiento sistemático que contribuya en la resolución de los problemas de nuestra sociedad<sup>2</sup>.

Estamos convencidos de que la intervención del medio ambiente a través de la arquitectura, el urbanismo y las tecnologías constructivas, ha sido importante para el bienestar de la humanidad. Sin embargo, sabemos que gran parte de nuestros problemas ambientales, se de-

1 Ezio Manzini y Jordi Bigues. *Ecología y democracia: De la injusticia ecológica a la democracia ambiental*, pp. 18-19.

2 Definir qué es un problema para la sociedad, no deja de ser polémico. Intentarlo conduce a algunas dificultades implícitas como por ejemplo, de quién es el problema, cuál es su relevancia, a quién afecta, por qué ocurre, cómo resolverlo y con qué recursos atacarlo, entre otros interrogantes.

ben a que las intervenciones humanas se centran con demasiada frecuencia en lograr fines determinados, sin atender otras posibles consecuencias, *sin intención* como las ha llamado el filósofo Karl Popper<sup>3</sup>.

La investigación y el desarrollo tecnológico de la construcción deben, como prioridad ética y política, generar conocimiento que contribuya a resolver los mencionados problemas reales de nuestra sociedad y a la vez no dejar de atender las consecuencias no deseables de nuestros intentos por resolverlos, procurando el fomento de una sostenibilidad múltiple<sup>4</sup>, tecnológica, económica, social y ecológica, durante el ciclo de vida de las edificaciones. Por una parte la progresiva disminución de su impacto en el medio ambiente y por la otra, su contribución a la equidad, a la lucha contra la pobreza y a la disminución de la vulnerabilidad de nuestros asentamientos humanos pues: “El objetivo general de los asentamientos humanos es mejorar la calidad social, económica y ambiental de las comunidades y mejorar los ambientes de vida y de trabajo de toda la gente, en especial del pobre urbano y rural.”<sup>5</sup>

## Investigación, desarrollo y diseño en la construcción sostenible de la arquitectura y el hábitat

### Investigación y Desarrollo (I&D)

El término Investigación y Desarrollo (I&D) se utiliza normalmente para identificar la actividad de producción de conocimiento en el campo científico y tecnológico. El orden en que se manejan los términos, primero I y luego D, pareciera indicar que dicha actividad se produce siguiendo una jerarquía, de lo general a lo particular, de lo más básico, la ciencia, a sus aplicaciones finales, la tecnología. Sin embargo, este orden responde más a una visión lineal e idealizada de la investigación y desarrollo que a la realidad de cómo ocurren estas actividades, con lazos de retroalimentación entre ambas, y donde las exigencias de los individuos y grupos en la sociedad determinan su sentido y dirección, es decir, su planificación y diseño.

Cuando hablamos de la naturaleza de la investigación y desarrollo, se ha hecho natural pensar en un modelo ideal, lineal, en el cual la ciencia pura y la investigación básica se ubican en la cúspide de una perfecta pirámide del conocimiento; a medida que descendemos por

sus escalinatas, vamos encontrando los niveles subsiguientes como la ciencia o la investigación aplicadas, la tecnología y así sucesivamente hasta llegar al nivel más bajo de las técnicas y el diseño. En un punto intermedio de ese modelo, quizás entre la tecnología y el diseño, se ubica tradicionalmente el desarrollo tecnológico. Por esta razón, siempre se habla de investigación y desarrollo (I & D), en ese orden. Se dice además que la investigación básica es autónoma, independiente de intereses que no sean los propios de la naturaleza de su actividad, y que son otros intereses –industriales, comerciales, políticos– los que finalmente conducen el conocimiento generado en la investigación básica hasta hacerlo disponible y aplicable en forma de tecnología. No sin cierta sorna, Rittel<sup>6</sup> denominó este enfoque como “la máquina del progreso” (the progress machine).

Esta visión de la naturaleza de la investigación, el diseño y el desarrollo tecnológico, parece obviar el hecho de que una institución de tan enorme importancia como es la ciencia, no existe en una cúpula de cristal. Desarrollos tan evidentes como el de la bomba atómica, el programa espacial de la NASA o los avances de la medicina, hacen pensar que son las políticas y las prioridades públicas las que establecen, en muchos casos, el sentido y la dirección de la investigación científica.

Si el conocimiento científico y tecnológico es tan trascendente para la sociedad, entonces la dirección y sentido de la ciencia y la investigación deben ser abiertas a escrutinio público, deben ser objeto de planificación y diseño. La planificación y el diseño son propias de la sociedad, de lo político, en el sentido de la polis: son actividades en las que se producen planes para resolver problemas que atañen al público. “El principio de responsabilidad tiene...una relevancia fundamental...: en relación al hecho de que la sociedad puede ser llamada a decidir la dirección que debe dar a su desarrollo”<sup>7</sup>.

### Diseño e investigación

¿Qué actividad de las que realizan las profesiones que intervienen el medio ambiente es la que específicamente propone en su concepción, anticipar las consecuencias, deseadas y no deseadas de las acciones humanas que buscan cambiar el mundo? Por otra parte ¿cuál es la actividad que ayuda a descubrir cómo funciona el mundo y producir conocimiento confiable que apoye una toma de decisiones responsable? Estas actividades son el diseño y la investigación, conceptos que trataremos a continuación.

Desde los años sesenta, Horst Rittel<sup>8</sup> y otros teóricos del diseño y la planificación, han propuesto y formulado nuevos conceptos y enfoques sistémicos para esta actividad. Rittel propuso una definición de diseño y planificación que en mi opinión atiende al problema que Popper formuló de las consecuencias *no intencionadas* de las acciones humanas:

El diseño (y la planificación) –dice Rittel– es una actividad que apunta a la producción de un plan el cual si se ejecuta se espera que conduzca a una situación con propiedades deseadas y la cual permanezca sin efectos colaterales, imprevistos o indeseados<sup>9</sup>.

Como vemos, diseñar es pensar antes de actuar. El diseño es una actividad, no un producto, que genera planes y proyectos, no obras o construcciones y que apunta a una situación deseada, unos fines. Pero aquello que más se destaca en esta definición es su último enunciado: “...la cual permanezca sin efectos colaterales, imprevistos o indeseados”. ¿Cómo lograr esta condición? Indudablemente no es fácil.

Conocemos muchas cosas acerca de lo que podemos conseguir con el diseño y la tecnología: materiales, componentes y procesos innovadores; nuevos sistemas de todo tipo. Pero quizás lo más inquietante de la definición de diseño es la que nos obliga a confrontarnos con nuestra ignorancia, con lo poco que conocemos acerca de las consecuencias no deseadas de la ejecución de nuestros planes, como pueden ser su impacto ambien-

tal, el empobrecimiento de la población, o el aumento de la vulnerabilidad de los asentamientos humanos. Una forma de intentar disminuir nuestra ignorancia es procurando hacer el proceso de diseño más transparente es decir, abriéndolo a la argumentación, a la participación, al escrutinio público:

“...es importante que el rol de la ciencia y la tecnología en los asuntos humanos sea ampliamente conocido y entendido, tanto por los que toman las decisiones... como por el público general... El público debe ser apoyado para comunicar sus opiniones a la comunidad científica y tecnológica en el sentido de cómo la ciencia y la tecnología pudieran ser gestionadas para afectar sus vidas<sup>10</sup> de manera beneficiosa<sup>11</sup>.

Estamos conscientes de las dificultades prácticas de aumentar la participación en el proceso de diseño y planificación: lentitud y mayores costos en la toma de decisiones, los participantes no son expertos en el tema, etc. Pero las ventajas que se pueden obtener seguramente compensarían las dificultades, porque la argumentación minimiza las probabilidades de olvidarse de aspectos importantes del problema y además, contribuye a hacer explícita la visión de los demás acerca de las posibles consecuencias de las decisiones que se tomen<sup>12</sup>. Además, en nuestras sociedades pluralistas resulta cada vez más difícil tomar decisiones arbitrarias, autoritarias o basadas solamente en criterios técnicos<sup>13</sup>. Abrir el proceso de diseño es importante porque, como sabemos, los problemas de la sociedad no son sólo científicos ni

3 Karl Popper. “Mi concepción de la filosofía”, en: *En busca de un mundo mejor*, 1995, p. 93.

4 UNEP, 1992. Capítulo 7; Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 1997. pp. 16-21; Cilento, *Cambio de Paradigma del Hábitat*. IDEC-UCV/CDCH-UCV/ALEMO, 1999, p. 65.

5 UNEP, 1992, Capítulo 7, p.1. Versión original en inglés, traducción del autor.

6 Horst Rittel. *Apuntes de cursos de postgrado en la Universidad de California*. 1980-1986.

7 E. Manzini y J. Bigues. Op. Cit, p. 34.

8 De aquí en adelante cuando utilizemos la palabra “diseño”, nos estamos refiriendo también a “planificación” como término equivalente, en el sentido que ambas actividades producen un *plan*.

9 Versión original en inglés; traducción del autor

10 En su artículo *Miserias y grandezas de la participación*, Sánchez (2001) sintetiza en un cuadro los argumentos en contra y a favor de la participación en la toma de decisiones hacia una democracia ambiental.

11 UNEP, 1992. Cap 31, p.3.

12 Jordi Sánchez. *Miserias y grandezas de la participación. Medio Ambiente. Tecnología y Cultura. Democracia ambiental*. Número 26, junio de 2000, pp 67-68. Los enfoques interdisciplinario y transdisciplinario han sido propuestos y aplicados extensivamente para este proceso de toma de decisiones. Pero a pesar de su utilidad, estos enfoques pretenden seguir dejando exclusivamente en manos de “expertos” de las disciplinas la resolución de los problemas del medio ambiente y de la sociedad.

13 “La experiencia certifica que sin consenso, diálogo y participación resulta casi imposible tomar decisiones en pos de la sostenibilidad y la mejora ambiental”. Lluís Reales. *El fin de la tecnocracia*, No. 26, 2000, p. 62

disciplinarios: su resolución involucra cuestiones clave como quién paga y quién se beneficia, que afectan a la ciudadanía y que por lo tanto deben inevitablemente tener respuestas políticas<sup>14</sup>. El diseño es político. Aunque no pretendemos convertirlo en panacea, ni pueden ofrecerse garantías de éxito, pensamos que si alguna actividad pudiera dar sentido y dirección a desarrollo tecnológico, ésa sería el diseño y la planificación.

La investigación, por su parte, es una actividad que produce conocimiento universal, confiable, es decir, conocimiento que no ha sido posible refutarlo a pesar de duros intentos<sup>15</sup>. Como decíamos anteriormente, la investigación es la actividad que nos ayuda a descubrir cómo funciona el mundo para producir conocimiento, que nos apoye en una toma de decisiones responsables<sup>16</sup>. Al igual que con la argumentación, con la investigación intentamos disminuir nuestra ignorancia sobre las consecuencias no deseadas de nuestras decisiones en el diseño y el desarrollo tecnológico.

Predecir y evaluar las consecuencias futuras de nuestra intervención en el ambiente y de nuestras innovaciones en la sociedad, la economía y la ecología, son tareas del diseño y la investigación. No se pretende aquí sostener que apoyar nuestra actividad innovadora con estas actividades ofrece garantía alguna de éxito. Como es sabido, prever consecuencias no es un asunto trivial y conlleva dificultades implícitas, como aquella de hasta dónde o hasta cuándo rastrear las consecuencias en el futuro, tarea que puede extenderse al infinito. Sin embargo, estamos frente al imperativo ético de intentarlo. Esta consideración nos lleva ahora a introducir el siguiente tema; los problemas y estrategias para una arquitectura y construcción sostenibles.

## Problemas, tareas y estrategias para una arquitectura y construcción sostenibles

### Desarrollo sostenible

El tema de la sostenibilidad de la construcción está directamente relacionado con el de la sostenibilidad de los asentamientos humanos y del medio ambiente, con el objeto de mejorar las condiciones de vida de la gente. El imperativo ético que debe animarnos es que en la búsqueda de soluciones a las apremiantes necesidades actuales de nuestras sociedades, no debemos comprometer la posibilidad de solucionar las suyas a las futuras

generaciones. Nuestras intervenciones en el ambiente y las tecnologías constructivas no deben considerarse aisladamente de su impacto en el medio ambiente.

El desarrollo sostenible es aquel "...que atiende a las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de atender a sus propias necesidades<sup>17</sup>". Podemos apreciar que nuestro estilo actual de desarrollo económico, no parece atender ninguna de estas dos necesidades<sup>18</sup>, ni las actuales, ni las futuras.

Ahora bien, el concepto de desarrollo sostenible (DS) no deja de tener sus detractores, desde los economistas ortodoxos, que lo tildan de *ecolatría* y fundamentalismo, hasta los *Verdes* que lo acusan de pusilánime y señalan que lo único que protegerá el medio ambiente de los excesos de la producción industrial es el crecimiento *zero*.

Michael Jacobs en su libro *La Economía Verde*<sup>19</sup>, propone tres elementos en el concepto de DS: el primero, es la integración de las consideraciones medioambientales en la toma de decisiones de la política económica. El segundo es que el DS incorpora un compromiso ineludible con la equidad, con las mejoras en los niveles de vida de los pobres, con la justa distribución de la riqueza. La equidad no sólo se refiere a las generaciones futuras, sino a las presentes también. Y el tercero que el "desarrollo" no debe ser un concepto equivalente a "crecimiento"; el desarrollo incorpora elementos no monetarios de la calidad de vida o bienestar de la población.

### Construcción sostenible de la arquitectura y el hábitat

El motivo central que proponemos como meta para perseguir la sostenibilidad de la construcción es muy sencillo: resolver los problemas de hoy pensando en mañana<sup>20</sup>. Recordemos que buena parte de nuestros problemas actuales: la pobreza, el decaimiento de las ciudades, los barrios urbanos, son resultado de decisiones, acciones y en buena parte omisiones, emprendidas por generaciones anteriores para resolver los problemas de aquel momento sin pensar demasiado en un mañana que ahora es nuestro.

### Problemas y tareas de la investigación y el desarrollo tecnológico en la construcción sostenible de la arquitectura y el hábitat

Los problemas que identificamos aquí como prioritarios responden a planteamientos ampliamente reseñados en la literatura, cursos y foros, tanto académicos como

profesionales<sup>21</sup>. Se trata de cuatro temas prioritarios que a nuestra manera de ver conforman un ámbito lo suficientemente amplio y trascendental como para generar propuestas y líneas de trabajo profesional y académico.

- La vivienda y el hábitat

Resolver los problemas de hoy pensando en mañana implica, por ejemplo, ejecutar los programas anuales de vivienda urbanizando en entornos geográficos no vulnerables; haciendo ciudad y urbanizando, no simplemente haciendo “casitas” aisladas, a imitación del suburbio; diseñar las miles de viviendas y la infraestructura a construir para que sean duraderas y de calidad; para que no requieran excesivos recursos y energía para construir las y para habitarlas; implica que a futuro habrá que mantenerlas; que se puedan adaptar a las necesidades progresivas de las familias; que su ejecución genere cada vez menos desperdicio; que se aumente la productividad de la construcción generando a su vez mayor empleo. Todas estas son acciones tendientes a la sostenibilidad de la vivienda y el hábitat.

- Recuperar y conservar el patrimonio edilicio construido

Debemos concentrar el grueso de nuestro esfuerzo innovador en recuperar y conservar el patrimonio edilicio construido, tanto en la ciudad formal como en los barrios. Como acota Cilento: “La prioridad no

es, entonces, la de construcción de nuevas viviendas completas, sino la del mejoramiento integral del hábitat urbano<sup>22</sup>.”

- Reducir la vulnerabilidad de nuestros asentamientos humanos

Más de la mitad de las viviendas existentes en nuestras ciudades están en los barrios pobres, marginadas y aisladas de la estructura urbana de la ciudad, en emplazamientos especialmente vulnerables a fenómenos naturales como lluvias torrenciales, inundaciones, deslizamientos y terremotos.

Como consecuencia, la reducción de la vulnerabilidad, a través de la habilitación de los barrios urbanos es tarea prioritaria para mejorar las condiciones de vida de toda la ciudad y su población; y esto es parte de la lucha contra la pobreza. Se trata de lograr el reconocimiento de los barrios en oposición a su desalojo compulsivo, idea que ha sido sustituida por la de su habilitación e incorporación a la estructura urbana de la ciudad<sup>23</sup>.

- Reconocer este enorme patrimonio construido, valorarlo, y recuperarlo, son acciones que no sólo otorgarían legalidad a la situación de innumerables familias, sino que además contribuirían a reducir la vulnerabilidad de estos asentamientos y de las ciudades donde se ubican.

14 Los enfoques interdisciplinarios y transciclos, han sido propuestos y aplicados de manera extensiva para este proceso de toma de decisiones. Pero a pesar de su utilidad, estos enfoques pretenden seguir dejando exclusivamente en manos de “expertos” de las disciplinas la resolución de los problemas del medio ambiente y de la sociedad.

15 K. Popper, Op. Cit.

16 Nos interesa en especial producir conocimiento factual y explicativo, especialmente de carácter predictivo, de particular utilidad para la toma de decisiones.

17 World Commission on Environment and Development, 1987, p.43, citado en Jacobs, 1999.

18 El concepto de “necesidad” no deja de ser controversial y ambiguo. Fernando Savater, en su *Política para Amador*, 1999, pp.141-143, sostiene que son los animales los que tienen *necesidades*. El hombre no tiene necesidades porque no sabe lo que *quiere*. Necesidad es un concepto normalmente asociado a *carencia*; además, cuando se habla de necesidades humanas se afirma que son cuantificables y universales y se intenta fijarlas con precisión (número de calorías diarias; área mínima de la vivienda; etc.), enfoque que deja poco espacio para la innovación y la libertad en la toma de decisiones.

19 Michael Jacobs. *La economía verde: medio ambiente, desarrollo sostenible y la política del futuro*, 1997, pp. 125-127.

20 El profesor Ricardo Huete de la Universidad de Sevilla, utiliza vehementemente esta frase en sus charlas sobre construcción sostenible.

21 En la identificación de los temas y problemas de esta sección se ha utilizado material de las siguientes referencias bibliográficas: Bolívar, 1994; Baldó y Villanueva, 1998; Cilento, 1999a y b; 2000; ITeC, 2000; Jacobs, 1997; Programa LIFE. 1997; Yeang, 1999 a y b.

22 Alfredo Cilento. *Cambio de Paradigma del Hábitat*, IDEG-UCV/CDCH-UCV/ALEMO, 1999, pp. 61-62.

23 Josefina Baldó y Federico Villanueva. *Un plan para los barrios de Caracas*. Consejo Nacional de la Vivienda, CONAVI, 1998. Teolinda Bolívar, coord. *Densificación y vivienda en los barrios. Contribución a la determinación de problemas y soluciones*. Consejo Nacional de la Vivienda, CONAVI, 1994.

Por otra parte tenemos también los edificios y espacios urbanos de la ciudad formal, los cuales en muchos casos se encuentran en estado de abandono y necesitan rehabilitación, cuyo estado de deterioro por falta de mantenimiento y otras amenazas como las arcillas expansivas y el sismo ponen en peligro su estabilidad y hasta su supervivencia

## Estrategias para una construcción sostenible de la arquitectura y el hábitat

La contribución a la resolución de los problemas arriba descritos requiere de un conjunto de estrategias pertinentes a trabajos académicos y profesionales y están representadas en el árbol de la figura 3-2. Se agrupan en seis categorías que apuntan directamente a la minimización de los impactos ambientales de la construcción, así como contribuir a la mejora y recuperación del medio ambiente de manera múltiple, tanto en el aspecto social, como en el económico y ecológico.

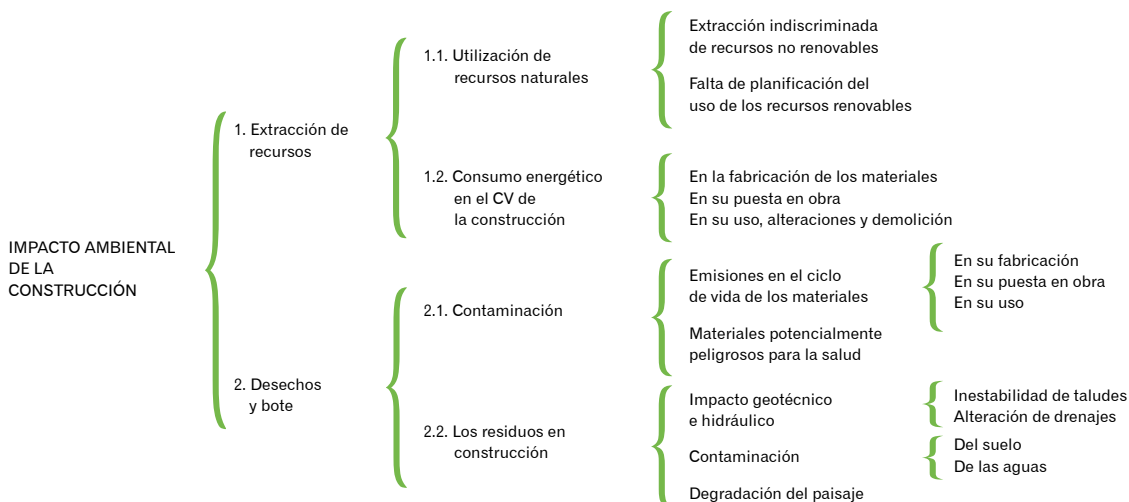
- Reducir el impacto ambiental
 

La Tierra es un sistema de recursos cerrado, finito. Uno de los problemas más graves que se deben enfrentar en la búsqueda de una arquitectura y construcción sostenibles es el impacto ambiental de las distintas actividades durante todo el ciclo de vida de la edificación u obra construida. Los impactos de la construcción sobre el medio ambiente se pueden agrupar en dos grandes categorías, tal como se muestra en la figura 3-1: 1) los impactos producidos por la extracción de recursos del medio ambiente; y 2) aquellos generados por los desechos y el bote o vertido al medio ambiente. Estos dos grupos a su vez pueden ser subdivididos en cuatro categorías de acuerdo al origen del impacto ambiental: 1.1) Utilización de recursos naturales; 1.2) Consumo energético; 2.1) Contaminación; y 2.2) Generación de residuos. Cada categoría tiene efectos sobre el medio natural y sobre el medio modificado que, para garantizar asentamientos humanos sostenibles y actividades sostenibles durante su construcción, deben constituir exigencias incluidas en los instrumentos legales, normativos y técnicos, y formar parte de los códigos de práctica profesional.

- Reducción del consumo de recursos
 

Promover la reducción del consumo de materia prima proveniente de recursos no renovables y procurar un mayor uso de materiales provenientes de recursos renovables. Estimular la reducción del consumo de materiales por metro cuadrado de construcción, enfocándose, no sólo en la disminución del uso de recursos vírgenes, sino en un esfuerzo hacia la reutilización y el reciclaje, pasos importantes para cerrar el ciclo de los materiales. El sobredimensionamiento y el desperdicio, característicos de las formas más atrasadas de arquitectura y construcción, constituyen un factor de incremento de costos, de uso irracional de los recursos y una importante fuente de contaminación ambiental.

No se trata únicamente de "hacer más con menos", ni se trata asimismo de una simple reducción del consumo de recursos. Se trata más bien de lograr



construcciones cuyo ciclo de vida no conduzca los flujos de materia y energía “de la cuna a la tumba” sino “de la cuna a la cuna”<sup>24</sup>.

El espacio urbano, la tierra urbanizada disponible para desarrollar, también es un recurso escaso y debe ser gestionado con criterios sostenibles<sup>25</sup>. En relación al problema de la creciente precariedad de la vivienda en el contexto de la “explosión urbana” Leopoldo Martínez Olavarría en su artículo *Problemas de vivienda en Venezuela* apuntaba: “Esta tendencia... sólo puede ser contrastada mediante una política firme de localización geográfica de la población, en función de un plan integral de desarrollo - y la ejecución de un vasto plan de desarrollo urbano, que signifique la dotación de los servicios básicos de cada poblado”. Es interesante constatar como hoy en día estos principios continúan vigentes.

Por otra parte, se debe dar prioridad al “reciclaje urbano” en los espacios que puedan ser rehabilitados antes que a la continua ocupación de los perímetros de las ciudades o peor aún, a la construcción de nuevas ciudades en lugares de difícil acceso y escasas o inexistentes fuentes de trabajo.

#### - Eficiencia y racionalidad energética

Se deben propiciar construcciones que ahorren o inclusive, produzcan más energía de la que consumen durante todo el ciclo de vida de las edificaciones, desde la producción de materia prima, materiales y componentes, la energía incorporada, y construcción en sitio, pasando por el uso y mantenimiento de la edificación, su habitabilidad, hasta sus modificaciones y su eventual demolición.

Debemos estimular en los profesionales e investigadores la comprensión de consideraciones básicas del comportamiento ambiental de la envolvente externa de las edificaciones con el objetivo de ahorrar energía: la adecuación de los cerramientos verticales y ventanas, la incorporación de elementos de protección solar, la adaptación de la cubierta a las condiciones climáticas locales. Una de las fallas usuales

de la arquitectura y construcción en nuestras latitudes es la adopción de soluciones comerciales internacionales para la envolvente externa, como es el caso de la aplicación en el trópico del *curtain-wall* o muro cortina, en menoscabo del ahorro de energía y del confort ambiental de los usuarios

#### - Reducir la contaminación y la toxicidad

Desde la etapa de proyecto se debe, y se puede, prever la magnitud de la producción de desechos contaminantes que la actividad de la construcción y la edificación misma producirán. Se deben identificar y cuantificar las emisiones y productos de todo tipo que se generan, evaluar la trascendencia de su impacto, y determinar qué medidas se deben y pueden tomar para mitigarlo en todo el ciclo de vida del material componente, proceso o edificación en estudio<sup>26</sup>. Por otra parte, se deben evitar los materiales que representan un peligro para la salud, como son el plomo, el asbesto, el PVC y otros<sup>27</sup>.

#### - Construir bien desde el Inicio

Diseñar y construir para una larga vida útil; construir con calidad, a menor costo; evitar que la presión por la cantidad, conduzca a construcciones “desechables” tan características de nuestra vivienda de interés social; diseñar con criterios de mantenimiento; diseñar con criterios de flexibilidad, con miras al desarrollo progresivo, la transformabilidad y la reutilización; mejorar las prácticas constructivas convencionales, tradicionales y populares; todas estas son acciones que conducen a aumentar la durabilidad y calidad de las edificaciones y por tanto su vida útil.

Se debe hacer especial énfasis en las previsiones que se deben tomar en el proyecto para facilitar el desarrollo progresivo (DP), sobretudo en el caso particular de la vivienda de interés social. El DP es el proceso mediante el cual, a partir de una construcción inicial o protovivienda, los ocupantes construyen en forma gradual los espacios requeridos, según sus necesidades y expectativas, y al mismo tiempo van mejorando también paulatinamente la calidad de

24 “Diseñar las cosas... desde su puro origen pensando que no existe el residuo.” Michael Braungart, William McDonough. *Craddle to Craddle (de la cuna a la cuna). Rediseñando la forma en que hacemos las cosas*. 2003, p. 98.

25 Diario Oficial de las Comunidades Europeas. Dictámen del Comité Económico y Social sobre el tema “Desarrollo sostenible en materia de construcción y vivienda en Europa”, p. 18.

26 Ken Yeang. *Proyectar con la naturaleza. Bases Ecológicas para el Proyecto Arquitectónico*, 1999, pp. 142-145.

27 Alfredo Cilento, *Tendencias tecnológicas en la producción de viviendas*. Interciencia 1 Vol. 23. Ene - Feb 1998, pp. 26-32.

la edificación<sup>28</sup>. Las previsiones deben incluir, por una parte, el diseño de las ampliaciones, que será enriquecido por aportes de los ocupantes. Pero el aspecto más importante del DP consiste en que las decisiones sobre materiales, componentes y técnicas constructivas faciliten el proceso de crecimiento y mejoren la calidad, así como la planificación de la asistencia técnica requerida para lograrlo.

Una estrategia a investigar y desarrollar consiste en combinar elementos constructivos de tecnología avanzada, con técnicas de uso y raigambre local, a pequeña escala. Cilento<sup>29</sup> ha bautizado este enfoque con el nombre de “sincretismo tecnológico”, un proceso donde se logran transferir conocimientos técnicos avanzados a las comunidades, a la vez que se tecnifican sus conocimientos de construcción tradicionales y de aplicación a escala comunitaria, para conseguir flexibilizar la producción para aplicarla masivamente.


- **Construir bajo la premisa de “Cero Desperdicio”**  
El concepto de “cero desperdicio” implica una actitud por parte del innovador que lo lleve a intentar evitar a toda costa el diseñar edificaciones que, durante y al final de su ciclo de vida, obliguen a arrojar residuos y desechos al medio ambiente. En este sentido, la arquitectura y la construcción se ven obligadas a incorporar criterios como el de la construcción seca, es decir, aquella que se realiza en gran medida sin adhesivos, morteros y pegas, con la intención última de facilitar la deconstrucción al final del ciclo de vida de las edificaciones y de esta forma estimular la reutilización y el reciclaje de materiales y componentes en lugar de generar residuos. En este sentido, la prevención, o diseño preventivo es decir, la reducción del desperdicio desde el origen en la fase de diseño, aplicando criterios de coordinación modular y dimensional y en los sitios de obra, mejorando las prácticas constructivas y la valorización, bajo la forma de reutilización y reciclaje, son dos principios esenciales que guían la búsqueda de soluciones constructivas hacia el ideal de “cero desperdicio”.
- **Producción y manufactura flexibles y de pequeña escala**  
La producción masiva a través de gran variedad y cantidad de plantas y unidades de producción de escala local, más que la producción masiva de grandes plantas industrializadas de prefabricación, han demostrado ser un fracaso económico, ambiental y urbano en nuestro país. La producción versátil, ma-

siva, a través de múltiples operaciones de pequeña escala<sup>30</sup>, tiene ventajas adicionales en la generación de empleo, en el ahorro de energía, la preservación del medio ambiente y el reciclaje de residuos de procesos agrícolas, industriales y de la propia construcción, que se encuentran o que pueden encontrarse localmente. Con esta estrategia se busca además promover la capacidad innovadora de la pequeña y mediana empresa, que aproveche los recursos locales, con la consecuente reducción de los gastos de transporte con sus efectos en la disminución del consumo energético y de los niveles de contaminación ambiental.

## Conclusiones

Es claro que el trabajo académico en nuestro campo debe orientarse a la generación de conocimiento sistemático que contribuya en la resolución de problemas del ambiente y de la sociedad, prestando especial atención a las consecuencias no intencionadas de nuestros intentos por resolverlos, en particular, a evitar el impacto ambiental, la vulnerabilidad de nuestros asentamientos humanos y a fomentar todas las acciones que conlleven a una sostenibilidad múltiple. Con este fin hemos presentado una estructura conceptual que esperamos contribuya a aclarar algunos asuntos técnicos, ambientales, éticos y políticos, inherentes a nuestra actividad. Así, el desarrollo tecnológico de la construcción lo definimos como la creación, perfeccionamiento y difusión de conocimiento instrumental sistemático, para ser aplicado en la industria de la construcción en la resolución de problemas económicos, ambientales y sociales. Y nos preguntábamos qué ocurre cuando las innovaciones se difunden y qué actividad pudiera apoyarnos a prever las consecuencias no intencionadas de la difusión de nuestras propuestas e innovaciones. Introdujimos entonces la idea, de que el diseño, a través de la argumentación, la participación y la investigación, y la generación de conocimiento factual y explicativo confiable, pueden ayudarnos a anticipar, evaluar y prever las consecuencias deseadas y no deseadas en una toma de decisiones responsable. Sin embargo, hemos intentado así mismo sembrar una serie de interrogantes. El más importante es que no hay garantía de que podamos rastrear y subsanar definitivamente las consecuencias no deseadas de nuestros planes; y sin embargo, estamos frente al imperativo ético de intentarlo.

## Bibliografía

- Baldó, Josefina y Villanueva, Federico. *Un plan para los barrios de Caracas*. Consejo Nacional de la Vivienda, CONAVI. Caracas, Venezuela 1998.
- Bolívar, Teolinda (coord). *Densificación y vivienda en los barrios. Contribución a la determinación de problemas y soluciones*. Consejo Nacional de la Vivienda, CONAVI, Caracas, Venezuela 1994.
- Braungart, Michael y McDonough William. *Craddle to Craddle (de la cuna a la cuna). Rediseñando la forma en que hacemos las cosas*. Ed. Mc Graw Hill / Interamericana de España S.A.U. 2003.
- Cilento, Alfredo. "Vulnerabilidad y sostenibilidad de los asentamientos humanos". En *Tecnología y Construcción*, 16 - I, 2000.
- . *Cambio de Paradigma del Hábitat*, IDEC-UCV/CDCH-UCV/ALEMO, Caracas, Venezuela 1999
- . "Tendencias tecnológicas en la producción de viviendas". *Interciencia*, Vol. 23 - 1, enero - febrero 1998.
- . "Sincretismo e Innovación Tecnológica en la Producción de Viviendas". En *Tecnología y Construcción* 12 - I, 1996.
- Diario Oficial de las Comunidades Europeas. Dictámen del Comité Económico y Social sobre el tema "Desarrollo sostenible en materia de construcción y vivienda en Europa", (97C355/05). No. C 355, 1997.
- ITeC, Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya. *Manual de Minimización y gestión de residuos en las obras de construcción y demolición*. Proyecto Life 98/351: Programa de acciones técnicas para fomentar la valorización, minimización y selección de residuos generados en las obras de construcción y demolición, ITeC, Barcelona, 2000.
- Jacobs, Michael, *La economía verde: medio ambiente, desarrollo sostenible y la política del futuro*, Editorial ICARIA, Barcelona, 1997
- Manzini, Ezio y Jordi Bigues. *Ecología y democracia: De la injusticia ecológica a la democracia ambiental*. Barcelona, España: Icaria, 2000.
- Martínez Olavaría, Leopoldo. "Problema de Vivienda en Venezuela" (1965). *Desarrollo Urbano, Vivienda y Estado*. Lovera, A. (Compilador). Banco Obrero, 1996.
- Popper, Karl. "Mi concepción de la filosofía", en: *En busca de un mundo mejor*, Paidós, Barcelona, 1995
- . "La teoría de la ciencia desde un punto de vista teórico - evolutivo y lógico", Cap. 1., en: *En busca de un mundo mejor*, Paidós, Barcelona 1995b, p.93
- Programa LIFE. *La enseñanza de la arquitectura y del medio ambiente*. Comisión Europea. Dirección General XI. Medio Ambiente. COAC, Demarcación de Barcelona. Barcelona, 1997
- Reales, Lluís. El fin de la tecnocracia. *Medi Ambient. Tecnologia y Cultura*. "Democracia ambiental". Número 26, Barcelona, junio de 2000.
- Rittel, Horst. *Apuntes de cursos de postgrado en la Universidad de California*, Berkeley, 1980-1986.
- . "Dilemmas in a general theory of planning". Berkeley: Institute of Urban and Regional Planning, University of California, 1969.
- . "On the planning crisis: systems analysis of first and second generation". Berkeley: Institute of Urban and Regional Planning, University of California, 1972.
- Salas Serrano, Julián. *Contra el hambre de vivienda. Soluciones tecnológicas latinoamericanas*. CYTED-D. Ed Escala, Bogotá, 1998
- Sánchez, Jordi. Miserias y grandezas de la participación. *Medi Ambient. Tecnologia y Cultura*. "Democracia ambiental". Número 26, Barcelona, junio de 2000.
- Savater, Fernando. *Las Preguntas de la Vida*. Editorial Ariel, S.A., Barcelona, 1999.
- UNEP (United Nations Conference on Environment and Development). *Industry and environment*, "The construction industry and the environment", UNEP 2 Vol. 19, 1996.
- . *AGENDA 21: Earth Summit - The United Nations Programme of Action from Rio*. Sec I, Cap 7, "Promoting Sustainable Human Settlement Development", 1992.
- . *AGENDA 21: Earth Summit - The United Nations Programme of Action from Rio*. Sec III, Cap 31, "Scientific and Technological Community", 1992.
- Yeang, Ken. *Proyectar con la naturaleza. Bases Ecológicas para el Proyecto Arquitectónico*, Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona, 1999
- . *The green skyscraper. The basis for designing sustainable intensive buildings*. New York: Prestel Verlag, 1999. 

28 A. Cilento, Op. Cit 1999; Julián Salas Serrano. *Contra el hambre de vivienda. Soluciones tecnológicas latinoamericanas*. CYTED-D, 1998.

29 A. Cilento. Op. Cit 1995 y 1999

30 Alfredo Cilento. *Sincretismo e Innovación Tecnológica en la Producción de Viviendas*. Tecnología y construcción I, Vol 12, 1995 y Cilento, Op. Cit 1998.