

VI Postgrado en Desarrollo Tecnológico de la Construcción IDEC/FAU/UCV/2001

Conferencia inaugural

"Innovación Tecnológica y Sostenibilidad de la Construcción"

Domingo Acosta

Estimados colegas, profesores y cursantes de esta nueva edición de nuestro postgrado:

Con esta conferencia damos inicio al VI Postgrado en Desarrollo Tecnológico de la Construcción. Como ya ustedes saben, señores cursantes, el postgrado busca formar investigadores y profesionales de alto nivel para la innovación tecnológica en la industria de la construcción.

E

l Postgrado en Desarrollo Tecnológico de la Construcción del IDEC tiene como objetivo formar investigadores y profesionales de alto nivel para la innovación tecnológica en la industria de la construcción. Nos interesa generar conocimiento sistemático, necesario para resolver problemas reales de nuestra sociedad; para contribuir a cambiar los modelos de producción actuales, haciéndolos más eficientes y sostenibles en el tiempo; y nos interesa también hacer la tecnología más accesible a la sociedad. De esta manera, el desarrollo tecnológico no escapa a la polémica ética, social y política que rodea la toma de decisiones sobre el medio ambiente y la sociedad.

Se presenta una estructura conceptual del desarrollo tecnológico de la construcción como fundamento para la comprensión cabal de los asuntos técnicos, ambientales e, inclusive, éticos y políticos, más cruciales inherentes a la innovación. Se discuten los conceptos de técnica, tecnología, desarrollo tecnológico, innovación, investigación y diseño como elementos permanentes de dicha estructura conceptual.

Se presenta el tema de la sostenibilidad de la construcción relacionado directamente con el de la sostenibilidad de los asentamientos humanos y del medio ambiente, y con la lucha contra la pobreza. Se adopta el concepto de sostenibilidad múltiple: tecnológica, económica, social y ambiental, y como meta se propone resolver los problemas de hoy pensando en mañana.

El postgrado se centra en la identificación, formulación y resolución de problemas alrededor de la problemática de la vivienda y el hábitat, la recuperación y conservación de nuestras ciudades, la reducción de la vulnerabilidad de los asentamientos humanos, y la reducción del impacto ambiental en el ciclo de vida de las edificaciones. Se propone, además, un conjunto de estrategias para una construcción sostenible, tales como "hacer más con menos recursos", "disminuir el consumo energético", "contribuir a la biodiversidad", "construir bien desde el inicio", y "cero desperdicio", entre otras.

postgrado

¿Porqué nuestro interés en la innovación?

La cuestión que surge inmediatamente es ¿por qué innovamos? ¿Por qué nos interesan la innovación y el desarrollo tecnológico de la construcción?

Hacemos desarrollo tecnológico porque nos interesa generar conocimiento sistemático, necesario para resolver problemas reales¹ de nuestra sociedad. Aquí cabe preguntarse si acaso pensamos que los problemas de la sociedad, como el problema de la vivienda, o el de los barrios pobres, son problemas que pueden ser resueltos aplicando tecnologías constructivas. A pesar de que sabemos que la variable tecnológica y constructiva no es la única ni la de mayor peso, mantenemos la convicción de que la tecnología ha sido importante para el bienestar de la humanidad, y por eso pensamos que el desarrollo tecnológico de la construcción pudiera contribuir a aliviar problemas de nuestra sociedad. Por otra parte, sabemos también que nuestros intentos de resolver problemas como el de la vivienda, la ciudad, la educación, la habilitación de barrios y los servicios públicos, requieren inevitablemente de la aplicación de tecnología, y que dichos intentos generan un impacto ambiental y urbano que debemos conocer para prever cómo va a ocurrir y a evolucionar y para que nuestra intervención sea sostenible en el tiempo. Es en este sentido que el desarrollo tecnológico de la construcción debe, como primera prioridad ética y política, ejercer un rol clave en la reducción de dicho impacto y en el fomento, como tantas veces ha insistido el profesor Cilento,² de una sustentabilidad múltiple: tecnológica, económica, social y ambiental, durante el ciclo de vida de las edificaciones, es decir, fomentar la disminución del uso de recursos y la minimización de residuos desde la extracción de materia prima, hasta la demolición final de la edificación, pasando por su construcción y por las subsecuentes modificaciones durante su utilización.

Buscamos innovar por dos razones: la primera es porque nos interesa contribuir a cambiar los modelos de producción actuales; y la segunda, porque nos interesa hacer la tecnología más accesible a la sociedad.

Queremos contribuir a cambiar los modelos de producción actuales para que atiendan y resuelvan problemas reales de la sociedad y del ambiente; buscamos hacerlos más eficientes, en el sentido de producir más con menos recursos. Nos interesa asimismo el aporte de la tecnología a la sociedad: el fomento del crecimiento económico y la generación de actividades productivas y puestos de trabajo. Y nos interesa, además, la sostenibilidad de nuestros modelos de producción. Por una parte, como ya dijimos, 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.

Por otra parte, innovamos porque queremos contribuir a que la tecnología se difunda y logre un mayor alcance y penetración en la sociedad. No hay innovación sin aplicación o puesta en el mercado. Debemos propiciar la difusión no sólo de tecnología en el sentido "duro" —componentes y sistemas constructivos novedosos, maquinarias y equipos más eficientes—, sino también de técnicas de organización, producción e, inclusive, de contratación, innovadoras y al alcance de las comunidades organizadas, de las empresas constructoras, de los productores y hasta de las instancias descentralizadas de la administración pública. Debemos, también, favorecer la mejora y racionalización de las técnicas

de construcción más difundidas en el país, como es el concreto armado y la mampostería frente a la importación indiscriminada de tecnologías y equipos.

Estamos seguros de que en este apresurado recuento hemos omitido algunos problemas importantes, y que entre los aquí propuestos encontraremos mucha discrepancia en su formulación y tratamiento. Sin embargo, esto nos permite adentrarnos en otro aspecto de la innovación: ella no escapa de la controversia y de la polémica ética, social y política. Pero en esto ahondaremos más adelante. Primero examinemos algunos conceptos relacionados con nuestro tema de hoy, el de la innovación tecnológica y la sostenibilidad de la construcción.

Estructura conceptual del desarrollo tecnológico de la construcción

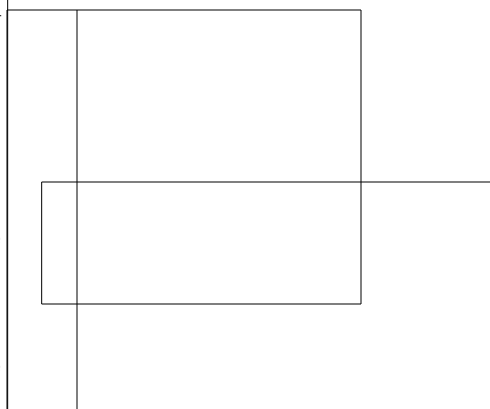
En sus estudios de postgrado, señores cursantes, se verán ustedes en la necesidad de conocer y manejar una serie de conceptos y categorías inseparables de la actividad innovadora que están por comenzar. Considero que dominar una estructura conceptual sólida despeja el camino hacia una comprensión cabal de los asuntos técnicos, ambientales e, inclusive, éticos y políticos, más cruciales inherentes a la innovación. Palabras como técnica, tecnología, desarrollo tecnológico, invento e innovación, son permanentes en esta estructura conceptual.

Técnica. Comenzamos este recorrido con el concepto de técnica. La acepción más común de la técnica es muy sencilla: es la forma o método de hacer las cosas a través de ciertos instrumentos. Pero la técnica es algo más que simple práctica usual: es también el proceso de concebir y elaborar los instrumentos, mediante los cuales pueden producirse otros instrumentos. Como dice Fernando Savater (1999), filósofo español, en su hermoso libro *Las preguntas de la vida*, "...hay técnica no simplemente cuando se da uso instrumental a los objetos sino también cuando existen procedimientos para convertir los objetos en instrumentos".³ No es lo mismo recolectar rocas gruesas en su estado natural, y apilarlas hasta hacer un muro, que tomar una piedra del tamaño apropiado, y trabajarla hasta convertirla en "martillo", que sirva para golpear otras piedras, darles forma y lograr que encajen entre sí hasta fabricar un muro inca.

En este sentido, el concepto de técnica puede visualizarse en tres dimensiones: la primera, la experimental, como método tentativo de acometer la creación de objetos e instrumentos, obteniendo resultados tangibles (como el muro inca) y desarrollando principios para su posterior aplicación; la segunda dimensión, la productiva, es la que se refiere a la creación de artefactos y de lo artificial, de cambiar el mundo (por ejemplo, el muro y su función en la creación de los monumentos incas); y la tercera, la proyectual, de carácter intencional, dirigida a resolver problemas prácticos (como el acarreo de las piedras de la cantera al sitio de obra, la capacidad portante del muro, su estanqueidad).

El carácter intencional caracteriza la técnica como actividad proyectual, es decir, actividad que apunta a realizaciones y a fines determinados.

Prometeo, venerado en la antigua Atenas "...como patrón de la industria, la cerámica y la artesanía...", robó el fuego del Olimpo y se lo entregó a los hombres. Como consecuencia, Zeus lo castigó cruelmente por su crimen. El fuego en el mito representa la habilidad técnica del hombre. El nombre de Prometeo quiere decir literalmente "...el que prevé de antemano...".⁴ Prever, proyectar, in-



postgrado

tencionalidad, son características de la técnica. Pero, aun su previsión no le permitió a nuestro héroe anticipar el castigo por robar el fuego, ni a los hombres evitar la desmesura en su aplicación. La enseñanza que pretende transmitir el mito es que el ejercicio desmedido del saber técnico conlleva a desgracias.

Es evidente que no es sólo por desobediencia o desmesura que la técnica genera desgracia, y aunque no estemos de acuerdo totalmente con la moraleja de la historia, sabemos que gran parte de nuestros problemas ambientales, económicos y sociales, se deben a que la técnica y las acciones humanas se centran con demasiada frecuencia en lograr fines determinados, sin atender otras posibles consecuencias no intencionadas, como las ha llamado el filósofo Karl Popper.⁵ A pesar de que los resultados no intencionales de la técnica no necesariamente son siempre negativos, y debemos estar muy atentos a ellos para sacarles provecho, existen demasiadas instancias de consecuencias no deseables de la técnica, que requieren todavía más de nuestra atención.

Por ejemplo, el enorme cambio que significó en la modernidad la invención del bloque de mampostería, con el que se pueden construir muros relativamente delgados, significó un enorme ahorro en peso y área útil en las edificaciones. Pero la antigua técnica de muros gruesos tenía una ventaja económica y ambiental: se "comía" sus propios escombros y los de otras obras y demoliciones en el proceso de construcción. Por otra parte, las construcciones de muros delgados requerían, además, elementos de fachada y entrepisos ligeros no tan duraderos que se dañaban y se tenían que sustituir, generando residuos muy pronto en el ciclo de vida de las edificaciones. No se estaba preparado para lidiar con estos residuos por no haber considerado su reutilización en otras obras o simplemente cómo disponer finalmente de ellos, con el consecuente incremento de costos y enorme impacto ambiental que han significado estas construcciones modernas.

Curiosamente, a pesar del mito de Prometeo y de las conocidas críticas a la técnica, todavía hoy ocurre con demasiada frecuencia la aplicación de técnicas sin valorar sus consecuencias no intencionadas. Como hemos visto, dichas consecuencias no son deletables sino que pueden tener serias repercusiones que, a su vez, produzcan nuevos y más graves problemas.

Estas reflexiones conducen a un grupo de preguntas ¿Quién produce las técnicas? ¿A quién pertenecen? ¿Quién las aplica? ¿Qué ocurre cuando se aplica una técnica? ¿Qué fines se logran al aplicarla y qué consecuencias tiene? Y la pregunta que quizás cubre el aspecto más importante y a la vez el más difícil: ¿cómo podemos prever las consecuencias no deseadas de la técnica?

Tecnología. La técnica no ocurre aisladamente. Más bien, surgen grupos de técnicas que conviven, se complementan, son sustituidas, o desaparecen. La tecnología es el conjunto de técnicas, es decir, el conjunto de formas o métodos de hacer las cosas, de organizar procesos y de crear instrumentos sistemáticamente. En este sentido decimos que la tecnología es conocimiento instrumental sistemático.

Destacan tres aspectos de la definición: 1. La tecnología es conocimiento, no materiales o máquinas; 2. Es conocimiento instrumental, es decir, se crean "instrumentos" y herramientas para que el hombre trabaje, para que transforme su ambiente, para que resuelva problemas; y 3. Es conocimiento instrumental sistemático en el sentido de que es claro, transparente (opuesto a oscuro),

organizado, y de que los pasos que se den sean explícitos, que estén abiertos a discusión y controversia.

Hoy por hoy, la tecnología es más que nunca conocimiento. En el caso de las computadoras, los objetos físicos en sí —artefactos, accesorios, programas— tienen muy poco valor. Si alguien ha visto internamente una portátil, por ejemplo, se dará cuenta de que las partes y tarjetas son simples piezas de plástico y silicona cuyo valor intrínseco es muy bajo. Lo que vale es el llamado *know-how* que está por detrás.

En la construcción, a pesar de que el caso no es tan dramático, encontramos también que la tecnología tiene un peso específico muy alto. Es evidente en el ámbito del *high-tech*, de las estructuras ligeras, de edificios altos, de sistemas “inteligentes”, y de puentes colgantes. Pero también es evidente en las formas de mejorar la sismorresistencia de las construcciones, en los sistemas de producción de componentes y de contratación de obras, y en la coordinación modular. En todos estos casos el elemento que predomina es el conocimiento y no el objeto, el producto o la maquinaria. El no reconocer esta realidad fue lo que llevó en los años setenta a la importación de plantas de prefabricados pesados, financiadas por el Estado, abandonadas demasiado pronto por no corresponder a nuestra realidad productiva y de mercado.

Así surgen nuevas interrogantes sobre lo polémico y controversial de la técnica y la tecnología: ¿De quién es el conocimiento? ¿Cómo surge y se desarrolla el conocimiento tecnológico? ¿Quién lo produce? ¿Quién paga o, más bien, invierte en su producción? ¿Son los instrumentos “neutros”, o son “parcializados” e intencionales? ¿Qué problemas deben resolverse con la tecnología? ¿Cómo podemos prever las consecuencias no deseadas de la tecnología?

Desarrollo tecnológico. A partir del concepto de tecnología podemos entonces definir el desarrollo tecnológico como el desarrollo de conocimiento instrumental sistemático. El término desarrollo implica tres ideas: crear, perfeccionar y difundir. En este sentido, el desarrollo tecnológico es la “creación, perfeccionamiento y difusión de conocimiento instrumental sistemático”.

En el caso de la industria de la construcción, el conocimiento instrumental abarca evidentemente los “instrumentos” es decir, maquinaria y equipos, pero también abarca los materiales, las operaciones y procesos de producción, la organización y capacitación de la mano de obra, las formas de licitación y contratación de las obras, y hasta los procesos progresivos de alteración de las edificaciones. En este sentido, el desarrollo tecnológico va más allá de la tecnología “dura” (objetos y máquinas) y abarca también los procesos de producción y el desarrollo institucional.

El *desarrollo tecnológico de la construcción* sería, entonces, la creación, perfeccionamiento y difusión de conocimiento instrumental sistemático, en forma de herramientas, equipos, procesos y productos, con la intención de ser aplicados en la industria de la construcción, en la resolución de problemas económicos, ambientales y sociales.

La creación de conocimiento tecnológico normalmente ocurre con el proceso de invención, cuyo resultado es el invento. El invento puede ser un nuevo producto o proceso, y debe demostrar utilidad futura, así como novedad. Un nuevo bloque para mampostería o una nueva máquina para fabricar los bloques son inventos. El IDEC es también un invento desde el momento en que sus fun-

postgrado

dadadores lo idearon y le dieron forma en el papel. Los inventos, además, se perfeccionan a través de la investigación, del desarrollo experimental, y de otros procesos que buscan aumentar nuestra visión de su futura aplicabilidad.

Para tener trascendencia los inventos deben proceder a la fase de innovación, es decir, el proceso de llevar una invención a su aplicación en la sociedad. Un invento tiene poca relevancia económica e impacto en la sociedad hasta que se aplica; por esto el innovador juega un papel social clave. Pero como ya nos ha acotado el profesor Cilento, "...la meta final no es... la innovación en sí misma, sino su difusión... como vía... para resolver problemas económicos y sociales concretos".⁶ Las innovaciones, por su lado, también se perfeccionan en un proceso de retroalimentación con su implantación en la sociedad y en el mercado. ¿Qué puede ocurrir cuando las innovaciones se difunden?

Retomemos en este punto la idea de Popper acerca de las consecuencias no intencionadas de las acciones humanas. Existen demasiadas instancias de consecuencias no deseables de la técnica, y por consiguiente, lo mismo puede ocurrir con la tecnología y su difusión. Esta consideración nos lleva al siguiente tema.

El diseño y la investigación en el desarrollo tecnológico de la construcción. ¿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 Rittel⁷ y muchos 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.⁸

Como vemos, diseñar es pensar antes de actuar. El diseño es una actividad, no un producto, que produce planes y proyectos, no obras o construcciones, y que apunta a una situación deseada, unos fines. Pero lo que más 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 lograr con el diseño y la tecnología: materiales y procesos innovadores, nuevos sistemas de todo tipo. Pero quizás lo más inquietante de la definición de diseño es 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 ambiental, el empobrecimiento de la población, o el aumento de la vulnerabilidad de los asentamientos humanos. Una forma de intentar

disminuir nuestra ignorancia es abrir el proceso de diseño a la argumentación, es decir, al escrutinio público. Estamos conscientes de las dificultades prácticas de aumentar la participación en el proceso de diseño. Pero las ventajas que se pueden ganar 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. Abrir el proceso de diseño es importante porque, como sabemos, estos problemas no son sólo científicos ni disciplinarios: su resolución involucra cuestiones clave como quién paga y quién se beneficia y, por lo tanto, deben inevitablemente tener respuestas políticas.⁹ El diseño es político. Pienso que si alguna actividad pudiera dar sentido y dirección al 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 re-futarlo a pesar de duros intentos.¹⁰ Como decíamos antes, la investigación es la actividad que nos ayuda a descubrir cómo funciona el mundo y producir conocimiento, que nos apoye en una toma de decisiones responsable.¹¹ Al igual que con la argumentación, con la investigación intentamos disminuir nuestra ignorancia sobre las consecuencias no deseadas de nuestras decisiones en el desarrollo tecnológico.

La innovación, objetivo de nuestro postgrado, acarrea nuevas responsabilidades. Tomemos el caso del desarrollo de un novedoso sistema constructivo para vivienda. Probablemente nuestra propuesta, justamente por ser innovadora, no esté contemplada en ninguna norma de construcción. Nos toca entonces investigar para demostrar que dicho sistema es seguro, por ejemplo, que es sísmorresistente. Dicha demostración involucra desarrollar modelos, prototipos y realizar experimentos que generen el conocimiento necesario para poder lanzar esa innovación al mercado con la certeza de que en el evento de un sismo el sistema se comportará de una forma predecible que nos permita afirmar, dentro de ciertos límites, que el sistema constructivo es "seguro".

Predecir y evaluar las consecuencias futuras de las innovaciones en la sociedad, la economía y el medio ambiente, son tareas del diseño y la investigación. Es a partir de estas reflexiones que quiero ahora introducir el concepto de sostenibilidad de la construcción.

Sostenibilidad de la construcción¹³

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 tecnológicas a las apremiantes necesidades actuales de nuestras sociedades, no debemos comprometer la posibilidad a las futuras generaciones de solucionar las suyas. Las tecnologías constructivas no deben considerarse aisladamente de su impacto en el medio ambiente.

Desarrollo sostenible. 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".¹⁴

postgrado

Podemos apreciar que nuestro estilo actual de desarrollo económico no parece atender ninguna de estas dos necesidades,¹⁵ ni las actuales ni las futuras.

Ahora bien, el concepto de desarrollo sostenible 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 "cero".¹⁶

Michael Jacobs en su libro *La economía verde*,¹⁷ propone tres elementos en el concepto de D.S: el primero es la integración de las consideraciones medio-ambientales en la toma de decisiones de la política económica. El segundo es que el D.S. 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 tercer elemento es 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.

Sostenibilidad de la construcción. La construcción es una actividad que interviene el medio ambiente, utilizando recursos extraídos de la naturaleza (insumos y energía), modificando el entorno para resolver problemas económicos y sociales y, finalmente, depositando en el ambiente residuos y emanaciones durante y al final de su ciclo de vida. Estas actividades deben ser analizadas en su impacto ambiental, y en sus aspectos social, económico y técnico, en la búsqueda de no comprometer la capacidad de las generaciones futuras de resolver sus propios problemas.

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.

En una sociedad como la nuestra tenemos que pensar primero en resolver los urgentes y apremiantes problemas de hoy. Ésa es indudablemente la prioridad. Pero 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 generaciones atrás para resolver los problemas de aquel momento sin pensar demasiado en un mañana que ahora es nuestro.

Nuestro postgrado, como ya dijimos, se centra en la producción de conocimiento para resolver problemas reales de nuestra sociedad, e intentaremos hacerlo evitando, en lo posible, que nuestros planes produzcan efectos colaterales e indeseados. Para apoyarnos en la consecución de este difícil objetivo, hemos propuesto que a partir de esta edición del postgrado incorporemos como primera prioridad ética y política el concepto de sostenibilidad múltiple (tecnológica, económica, social y ambiental) en nuestra actividad de desarrollo tecnológico. Ilustraré a continuación esta idea con algunos de los problemas y estrategias que proponemos formular y desarrollar en nuestro curso.

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; construyendo "ciudad" y

urbanizando, no simplemente haciendo "casitas"; 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 construirlas 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 éstas 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. Está a la vista que nuestras ciudades están abandonadas. En la ciudad formal, por ejemplo, tenemos el deplorable estado en que se encuentran las reformas urbanas promovidas por el Estado, como fue El Silencio o las primeras urbanizaciones obreras como El Cementerio y Los Rosales. Las urbanizaciones populares del Banco Obrero y del Inavi, de los años sesenta y setenta, en Guarenas, Guatire y muchas ciudades del país, con su generoso equipamiento, espacios comunes y edificios de apropiada escala, acusan ya desde hace algún tiempo los efectos de la falta de mantenimiento, y de la densificación no planificada que agota los servicios y estrangula internamente las viviendas. Éste es un problema fascinante y de enorme interés para nosotros.

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.

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

Reducir el impacto ambiental. Vale la pena insistir en otra tarea importante, la de cómo puede el desarrollo tecnológico contribuir a reducir el impacto ambiental de la construcción. Nuestra meta es que nuestras innovaciones logren disminuir la utilización de recursos naturales, la contaminación y emisiones tóxicas, el consumo energético y la generación de residuos.

Estrategias para una construcción sostenible. Nuestra contribución a la resolución de estos problemas requiere de un conjunto de estrategias que desarrollaremos con ustedes en el postgrado. Por ahora, permitanme breve-

mente adelantarles algunas que estaremos aplicando recurrentemente en nuestra labor conjunta aquí en la UCV.

Hacer más con menos recursos. Buscar la reducción del consumo de materiales por m² de construcción, o como dice Carlota Pérez, investigadora del tema de la innovación tecnológica: "...producir más usando menos materias primas y más 'materia gris';"¹⁸

La reducción de la contaminación y los peligros para la salud. Reducción en general de las emisiones en el ciclo de vida de los materiales; el calor y radiación a la atmósfera y otras emisiones y materiales potencialmente peligrosos para la salud.

Disminuir el consumo energético. Durante todo el ciclo de vida de las edificaciones, desde la producción de materia prima, materiales y componentes, y construcción en sitio, pasando por el uso y mantenimiento de la edificación (habitabilidad), hasta sus modificaciones y su eventual demolición.

Contribución a la biodiversidad. Lograr el efecto opuesto al impacto ambiental; reconocer la importancia de la biodiversidad en el planeta; desarrollar innovaciones que se integren en el medio ambiente, con efectos reparadores y restauradores, como el planteamiento de la agricultura urbana y los "árboles para vivir" del arquitecto Fruto Vivas, profesor de nuestro postgrado.

Construir bien desde el inicio. Diseñar y construir para una larga vida útil; construir con calidad; con criterios de mantenimiento; diseñar para el desarrollo progresivo; mejorar las prácticas constructivas convencionales, tradicionales y populares.

Producción y manufactura flexibles y de pequeña escala. Promover el aprovechamiento de la demanda y los recursos locales; la producción masiva a través de gran variedad y cantidad de plantas y unidades de producción de escala local.

Cero desperdicio. Deconstrucción y construcción seca; gestión de residuos y sus tres principios básicos: prevención, es decir, reducción en el origen, desde el proyecto; valorización en la forma de reutilización y reciclaje; y eliminación, o sea, el vertido e incineración legal y controlados.

Hemos intentado en esta conferencia transmitir la idea de que a través del desarrollo tecnológico podemos generar conocimiento para resolver problemas. En este sentido somos optimistas porque creemos que nuestra actividad como innovadores puede y debe ser orientada para ayudar a cambiar favorablemente la sociedad. También insistimos en que el desarrollo tecnológico acarrea compromisos como el de evaluar las consecuencias de nuestras innovaciones en la sociedad, la economía y el medio ambiente. Ya hacia el final, presentamos un conjunto de estrategias para una construcción sostenible con el objeto de orientar nuestra actividad para cumplir con dichos compromisos.

Sin embargo, hemos intentado sembrar en ustedes una serie de interrogantes para que permanezcan en nuestro ánimo. La más importante es que debemos entender que no hay garantía de que podamos rastrear y subsanar definitivamente las consecuencias no deseadas de nuestros planes; y sin embargo, estamos en la obligación ética de intentarlo. Esta afirmación puede resultar abrumadora y paradójica; pero vivimos entre paradojas, como aquella de si permitir tanta libertad de expresión hasta el punto de tolerar expresarse contra ella.

Estimados cursantes, bienvenidos a este postgrado que esperamos que más que darles respuestas, los animará a hacerse preguntas que nos estimulen a todos a entender que no estamos aquí para encontrar dogmas ni corroborar certidumbres, sino más bien para abrir un amplio y respetable espacio a nuestra capacidad de indagación y profundización en el conocimiento de la tecnología.

Bibliografía

BALDÓ, Josefina, y VILLANUEVA, Federico. 1998. *Un plan para los barrios de Caracas*, Caracas, Consejo Nacional de la Vivienda, Conavi.

BOLÍVAR, Teolinda, coord. 1994. *Densificación y vivienda en los barrios. Contribución a la determinación de problemas y soluciones*. Caracas, Consejo Nacional de la Vivienda, Conavi.

CILENTO, Alfredo. 1999a. "Cambio técnico en la construcción". Conferencia inaugural V Postgrado en Desarrollo Tecnológico de la Construcción, IDEC-FAU-UCV, en *Tecnología y Construcción*, 16-I, pp. 63-70.

———. 1999b. *Cambio de paradigma del hábitat*, IDEC-UCV/CDCH-UCV/ALEMO, Caracas.

———. 2000. "Vulnerabilidad y sostenibilidad de los asentamientos humanos", en *Tecnología y Construcción*, 16-I, pp. 93-102.

CURIEL CARIAS, Ernesto C. 2001. "Las construcciones sustentables: de lo general a lo particular", en *Tecnología y Construcción*, 17-II, pp. 35-42.

JACOBS, Michael (1997). *La economía verde: medio ambiente, desarrollo sostenible y la política del futuro*, Barcelona, Editorial Icaria.

PÉREZ, Carlota. 1998. "El cambio de paradigma en los institutos tecnológicos"; ponencia presentada en las *XVII Jornadas de Investigación del IDEC*, Caracas, 2 al 4 de noviembre de 1998.

———. 1999. "Nuevo contexto para el desarrollo sustentable", pp. 16-17; en semanario *Quinto Día*, 11 al 18 de junio de 1999.

POPPER, Karl. 1995a. "Mi concepción de la filosofía", en *En busca de un mundo mejor*, p. 93, Barcelona, Paidós.

———. 1995b "La teoría de la ciencia desde un punto de vista teórico-evolutivo y lógico", cap. 1., en *En busca de un mundo mejor*, Barcelona, Paidós.

postgrado

PROGRAMA LIFE. 1997. *La enseñanza de la arquitectura y del medio ambiente*. Comisión Europea. Dirección General XI. Medio Ambiente. COAC, Barcelona, Demarcación de Barcelona.

SAVATER, Fernando. 1999. *Las preguntas de la vida*. Barcelona, Editorial Ariel, S.A.

YEANG, Ken. 1999a. *Proyectar con la naturaleza. Bases ecológicas para el proyecto arquitectónico*. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, S.A.

—————. 1999b. *The Green Skyscraper. The Basis for Designing Sustainable Intensive Buildings*. Munich, London, New York, Prestel, Verlag.

Notas

1 Definir un problema real tiene algunas dificultades implícitas como, por ejemplo, definir qué se quiere decir con "problema real"; de quién es el problema, a quién afecta; por qué ocurre; cómo resolverlo; y con qué recursos atacarlo, entre otras interrogantes polémicas.

2 Ver por ejemplo, Cilento (1999a), p. 65.

3 Savater, Fernando (1999), pp. 184-185.

4 *Diccionario de filosofía* en CD-ROM. Barcelona, Editorial Herder S.A.

5 Popper, Karl (1995a), p. 93.

6 Cilento (1999a), p. 65.

7 Horst, Rittel: Publicaciones y charlas de cursos de postgrado en la Universidad de California, Berkeley. Otros autores son Christopher Jones y Geoffrey Broadbent.

8 Horst, Rittel, *ob. cit.* Universidad de California, Berkeley. (De aquí en adelante cuando utilicemos la palabra "diseño" nos estamos refiriendo también a "planificación" como término equivalente, debido a que ambas actividades producen un plan). Ver también Yeang (1999a), p. 23 y (1999b), p. 52.

9 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 siguen dejando exclusivamente en manos de "expertos" de las disciplinas la resolución de los problemas del medio ambiente y de la sociedad.

10 Ver, por ejemplo, Popper (1995b).

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

12 El ejemplo anterior es ilustrativo de la investigación en el proceso de diseño y desarrollo tecnológico: formulamos un problema y luego dentro de ese proceso producimos, a través de la investigación, el conocimiento científico necesario para apoyar nuestra toma de decisiones. Pero también podemos hacer investigación para el diseño y desarrollo, es decir, producción de conocimientos en un proyecto de investigación, cuyo producto sería utilizado luego por otros para desarrollar y evaluar innovaciones, como es el caso de los estudios sobre habitabilidad de las edificaciones o sobre resistencia de materiales.

13 Para elaborar este tema se ha utilizado material de las siguientes referencias bibliográficas: Cilento (1999a;b; 2000); Curiel (2001); Jacobs (1997); Yeang (1999a;b); Bolívar (1994); Baldó y Villanueva (1998); Programa LIFE (1997); Pérez (1998; 1999).

14 World Commission on Environment and Development, 1987, p. 43, citado en Jacobs (1999).

15 El concepto de "necesidad" no deja de ser controversial y ambiguo. Fernando Savater (1999), en su *Política para Amador*, 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.

16 (Curiel, 2001:36), sostiene que la diferencia entre "ecodesarrollo" y desarrollo sostenible es relevante y que "...estaría en el énfasis: en el primero el acento está puesto en los ecosistemas, en el segundo, en el desarrollo y bienestar humano. En el uno el sesgo sería 'ecocéntrico', en el otro 'antropocéntrico'".

17 Ver Jacobs, (1997:125-127).

18 Pérez (1999), p. 17.