

# **BAR\_CODE HOUSING SYSTEM: la creación de un espacio de investigación interdisciplinar en torno al proyecto de arquitectura**

Leandro Madrazo<sup>1</sup>, Jaume Avellaneda<sup>2</sup>, Josep Maria González<sup>3</sup>

## **Abstract**

BAR\_CODE HOUSING SYSTEM es un proyecto de investigación sobre la vivienda colectiva construida con sistemas industrializados financiado por el Plan Nacional de I+D+i. El objetivo del proyecto es desarrollar un sistema integrado de diseño y construcción asistido por ordenador que facilite la interacción ente los agentes que participan en los procesos de diseño y construcción de viviendas (técnicos, constructores, fabricantes, administración, usuarios). La investigación abarca diversos ámbitos de la arquitectura (proyectos, construcción, estructuras, instalaciones), conjuntamente con la computación. Las tecnologías de la información y comunicación se aplican con la intención de potenciar las relaciones entre estos ámbitos. La interrelación entre las distintas disciplinas y áreas de conocimiento da lugar a un espacio de investigación de carácter transdisciplinar, aunque esencialmente arquitectónico. Esta estrategia de relaciones propicia la vinculación entre la investigación y la docencia, especialmente cuando se adopta un modelo de educación constructivista.

## **1. LA INVESTIGACIÓN EN ARQUITECTURA**

### **1.1. Especificidad de la investigación en arquitectura**

Los ámbitos de la investigación en arquitectura son diversos. Algunos tienen una larga tradición, como el de la historia de la arquitectura y el de los materiales y técnicas de construcción, por ejemplo. En estos casos la investigación es el resultado del encuentro entre los métodos surgidos y desarrollados en las ciencias sociales y experimentales con aquellos ámbitos de la arquitectura que mejor se adecuan a ellos.

Sin embargo, existen otros ámbitos de la investigación en arquitectura que surgen desde la propia disciplina, en lugar de originarse fuera de ella. Son los que tienen que ver con las exigencias básicas que determinan la relación entre forma, función y técnica (relación que nos remite a la tríada vitruviana de la *venustas, utilitas y firmitas*). El espacio donde se establece esta relación es el proyecto arquitectónico, entendido de una manera más amplia y abierta de lo que se considera normalmente. Es decir, no únicamente como la etapa de concepción y representación de una obra de arquitectura que precede a su materialización, sino como una estrategia para la acción, un ensamblaje de los métodos e instrumentos disponibles y necesarios para definir y dar respuesta a un problema arquitectónico.

La aplicación de las tecnologías de la información y comunicación puede facilitar la investigación sobre el proyecto de arquitectura, entendido como un espacio que resulta de las interrelaciones entre forma, función y técnica. La aplicación de estas tecnologías necesariamente obliga a una conceptualización de los procesos de generación formal de un proyecto o de los métodos empleados en su construcción. De esta manera, las tecnologías informáticas, más que proveer instrumentos para solucionar problemas concretos, inducen a profundizar en la comprensión de los procesos de concepción y materialización del proyecto en arquitectura.

---

<sup>1</sup> Escola Tècnica Superior d'Arquitectura La Salle, Universitat Ramon Llull, Barcelona

<sup>2</sup> Escola Tècnica Superior d'Arquitectura del Vallès, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona

<sup>3</sup> Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona

A menudo, la investigación en arquitectura, sobre todo en sus aspectos más técnicos, ha sido subsumida en las ciencias de los materiales o en la ingeniería de la construcción. De esta manera, se puede hacer investigación en materiales o en un sistema o técnica constructiva, pero difícilmente puede afirmarse que se hace investigación en arquitectura cuando se aísla un ámbito de la totalidad que constituye el objeto arquitectónico, para estudiarlo con los métodos y técnicas propios de otra disciplina. La investigación en arquitectura ha de ser necesariamente interdisciplinar o, más aún, transdisciplinar (Groat, Wang 2002). Aquello que es específico de la arquitectura y que constituye su objeto de estudio es la totalidad del objeto arquitectónico, y no cada uno de los ámbitos que lo componen examinados por separado. Podemos concluir, por tanto, que aquello que es propio de la investigación arquitectónica, y que la distingue de la investigación en otras disciplinas, es la posibilidad de aglutinar a una diversidad de conocimientos en torno a un proyecto.

## 1.2 Pertinencia y necesidad de la investigación en arquitectura

La pertinencia de la investigación en arquitectura deviene de la necesidad de distanciarse de las situaciones en las que se lleva a cabo la práctica profesional para – una vez ganada cierta distancia crítica– reflexionar sobre los métodos y procedimientos que la condicionan, con el fin de racionalizarlos y mejorarlos. Mientras que construir un edificio en las condiciones en las que se desarrolla el ejercicio profesional puede calificarse –en el mejor de los casos– de “experimento”, la actividad de “investigar” demanda un cierto distanciamiento de la práctica cotidiana. Esta separación, sin embargo, sólo puede ser circunstancial ya que se debe dar un trayecto de ida y vuelta, desde la práctica profesional hacia la investigación, y desde ésta de nuevo hacia la práctica profesional. De esta manera, la investigación en arquitectura puede contribuir a crear un conocimiento sistemático que encuentre posteriormente su aplicación en el ejercicio de la profesión.

La necesidad de la investigación en arquitectura es cada vez más ostensible. Las condiciones en las que se desarrolla gran parte de la práctica profesional son demasiado complejas como para que puedan ser resueltas desde la experiencia individual o desde el saber acumulado por la profesión (Groat, Wang 2002). Es necesario dar respuestas a los nuevos desafíos que se plantean en la arquitectura, entre ellos: 1. la aplicación de las nuevas tecnologías en los procesos de diseño y construcción 2. la organización eficaz del trabajo de los grupos que participan en el diseño y construcción de los edificios 3. el uso de nuevos materiales y técnicas 4. la gestión eficaz de los recursos empleados en la construcción y el mantenimiento de los edificios. Para dar una respuesta adecuada a estos desafíos contemporáneos es imprescindible la investigación en arquitectura.

## **2. BAR\_CODE HOUSING SYSTEM: UNA INVESTIGACIÓN SOBRE EL PROYECTO EN ARQUITECTURA**

BAR\_CODE HOUSING SYSTEM es un proyecto de investigación financiado por el Plan Nacional de I+D+i 2005-2008 cuyo objetivo es desarrollar un sistema integrado asistido por ordenador para el diseño y construcción de viviendas por métodos industrializados ([www.barcodehousing.net](http://www.barcodehousing.net)). El prototipo de este sistema fue concebido y desarrollado por el grupo ARC de Ingeniería i Arquitectura La Salle en el periodo 2001-2004, con la ayuda de una beca interna de la propia institución. Se trata de un

sistema de espacial basado en la agregación de franjas que dan lugar a unidades de vivienda flexibles y versátiles, que a su vez pueden agruparse de múltiples maneras para crear bloques o torres. El proceso de generación de las unidades de vivienda y los bloques se lleva a cabo mediante un programa informático basado en reglas (Figuras 1-2).

Una vez creado el prototipo y divulgados los resultados en los ámbitos académicos y profesionales (Madrazo, Sicilia 2005), se presentó una propuesta de investigación al Plan Nacional de Construcción para continuar desarrollando el proyecto. La propuesta fue presentada por el grupo ARC, Arquitectura La Salle, Universitat Ramon Llull, como coordinador, y por el Departament de Construccions Arquitectòniques, Universitat Politècnica de Catalunya. En el consorcio participan asimismo las áreas de estructuras y de instalaciones arquitectónicas de Arquitectura La Salle.



Figura 1. Unidad de vivienda compuesta por agregación de franjas.  
© ARC Arquitectura i Enginyeria La Salle

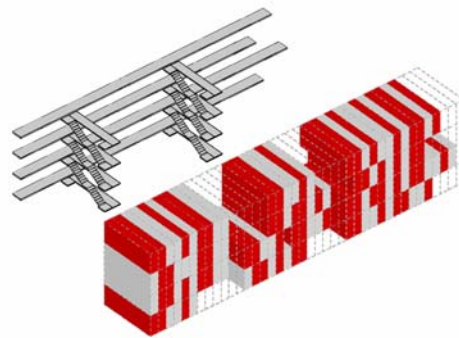


Figura 2. Agregación de viviendas en bloques.  
© ARC Arquitectura i Enginyeria La Salle

El propósito de este proyecto de investigación es avanzar hacia la convergencia de los procesos sistematizados de diseño con los sistemas industrializados de construcción en el ámbito de la vivienda masiva. Partiendo del prototipo desarrollado en los últimos tres años, se pretende desarrollar un sistema integrado de diseño y construcción asistido por ordenador que facilite la interacción entre los agentes que participan en los procesos de diseño y construcción de viviendas (técnicos, constructores, fabricantes, administración, usuarios). Más que crear aplicaciones informáticas que “mejoren” —es decir, automaticen o optimicen— tareas discretas en el marco de las prácticas existentes, se trata de comenzar a transformar radicalmente estas prácticas, mediante una utilización consecuente de las tecnologías de la información y comunicación (TIC).

En torno al tema de la vivienda colectiva, el proyecto BAR\_CODE HOUSING SYSTEM abarca e integra varias áreas de conocimiento en el ámbito de la arquitectura (proyectos, construcción, estructuras, instalaciones) y de las tecnologías de la información y comunicación (sistemas basados en reglas, sistemas de gestión del conocimiento y de la información). Se trata de una investigación acerca del proyecto de arquitectura, entendido como el espacio en el que se ponen en relación diversas áreas de conocimiento, para alcanzar un objetivo preciso: contribuir a mejorar los procesos de diseño y construcción de la vivienda producida masivamente con procedimientos industriales.

### 3. ÁMBITOS QUE ABARCA LA INVESTIGACIÓN

En la sociedad contemporánea persiste la necesidad de disponer de viviendas flexibles, producidas industrialmente, que respondan a las necesidades sociales (nuevas estructuras familiares, multiculturalidad), económicas (dispersión de los lugares de trabajo, movilidad, trabajo femenino) y tecnológicas (industrialización, sostenibilidad, tecnologías de la información) de nuestro tiempo. En un contexto de cambio cada vez más perspicuo, el problema de la vivienda debe ser, una vez más, repensado para crear viviendas que respondan a los desafíos de nuestro tiempo (Eleb 1996). A los emergentes modos de habitar deben corresponder formas nuevas de habitación (Brookes, Vaughan 1998). Así, son necesarias viviendas versátiles, cuyos espacios puedan ser fácilmente transformados durante el día para trabajar en casa, o hacerse más pequeñas o más grandes, a medida que las necesidades de sus habitantes cambian a lo largo del tiempo. En sociedades donde las personas tienden a vivir cada vez más aisladas, es necesario potenciar el sentido comunitario, no solamente a nivel urbano, sino a escalas más reducidas (vivienda, bloque, barrio). Para construir edificios sostenibles, es preciso emplear sistemas constructivos que faciliten el mantenimiento y la sustitución de componentes (divisiones, fachadas, instalaciones). Finalmente, para conseguir todos estos objetivos, es necesario integrar las tecnologías existentes de una manera efectiva en todo el proceso, desde el diseño y la construcción (informatización de los procesos de diseño y construcción, robótica), hasta el control energético y el mantenimiento del edificio.

En este escenario, las tecnologías de la información y la comunicación pueden convertirse en un factor de transformación decisivo, facilitando el diseño y la construcción de viviendas que respondan a las necesidades sociales, económicas y tecnológicas de nuestro tiempo, mediante el desarrollo y aplicación de entornos informáticos que contribuyan a transformar los procesos de diseño y construcción, para conseguir producir viviendas por métodos industriales, adaptadas a las necesidades actuales, de calidad y a un coste asequible.

Los tres ámbitos de estudio principales de este proyecto son tres: la vivienda, la industrialización de la construcción y la integración de las TIC en los procesos de diseño y construcción.

#### 3.1. La vivienda

La vivienda –en particular la vivienda colectiva– representa gran parte de la actividad profesional del arquitecto. La vivienda es también un elemento fundamental en la construcción de la ciudad. La mayor parte de nuestras ciudades –compactas o difusas – está constituida por viviendas. A través de las formas que adopta el habitar se expresan no sólo los modos de vida de los individuos, sino los rasgos característicos de una sociedad, de una cultura (Rapoport 1972). La forma de la vivienda está determinada por dos tipos de fuerzas, en principio contradictorias: una deriva de la tradición, de la necesidad de mantener unas formas de la vivienda que identifican a una cultura, y que responden a los factores específicos (clima, materiales, modos de vida); la otra surge del presente, de la necesidad de transformar la vivienda para adaptarla a las cambiantes necesidades de los individuos y de las sociedades en que se integran.

A pesar de los esfuerzos dedicados a su estudio (reflejado en manuales, congresos, políticas sociales, etc.), el “problema” de la vivienda continúa sin resolverse (Habraken 1972). Tal vez, por la imposibilidad misma de explicar en qué consiste el problema (o problemas) de la vivienda, o quizás por su naturaleza cambiante y dinámica que impiden fijarlo y definirlo, antes de pretender solucionarlo.

En el marco del proyecto BAR\_CODE HOUSING SYSTEM estamos investigando las configuraciones espaciales más idóneas para los modos de habitar contemporáneos: viviendas flexibles y adaptables a las necesidades de los usuarios, creadas a partir de la agregación de franjas espaciales que pueden incrementarse o reducirse a medida que las necesidades del usuario cambian. Unidades de vivienda que pueden asimismo agruparse de múltiples maneras, en bloques o torres cuya configuración se determina con la participación de los usuarios de las viviendas, conjuntamente con los proyectistas y técnicos.

### 3.2. La industrialización en la construcción

La posibilidad y conveniencia de producir viviendas por métodos industrializados se ha venido planteando desde los orígenes mismos de la revolución industrial, antes incluso de que el movimiento moderno incluyera en su programa el objetivo de producir viviendas de forma masiva siguiendo los mismos métodos que la industria utilizaba para la fabricación de otros artefactos.

En los años setenta, Gérard Blachère propuso esta definición de consenso: “La industrialización es la utilización de tecnologías que sustituyen la habilidad del artesano por el uso de la máquina” (Blachère 1977). La definición de Blachère sigue siendo válida treinta años después si ampliamos el campo de significación de la palabra máquina para incluir la utilización de las metodologías de gestión propias del sector industrial cuyos objetivos son la optimización económica y de la producción.

Blachère vaticinó que mediante la aplicación de tecnologías industrializadas los artesanos tradicionales, provenientes de los oficios tradicionales de la construcción, serían desplazados por otros profesionales más polivalentes, y menos costosos, que ensamblarían los componentes del edificio. A este modelo tendemos.

El término “construcción industrializada” ha sido corrientemente empleado para distinguir diferentes modos construir. Por ejemplo, las viviendas que son montadas en una fábrica y que posteriormente se trasladan a su emplazamiento definitivo son construcciones industrializadas. También lo son los edificios de viviendas que son montados en obra con elementos prefabricados de hormigón o acero e incluso el edificio que ha sido construido con una estructura de hormigón in situ conformada con encofrados de alto rendimiento y con cerramientos exteriores e interiores a base de placas.

Podríamos calificar como industrializadas a otras muchas formas de construir. De hecho, para que una construcción sea industrializada no es condición imprescindible que se realice en un taller o que se utilicen solamente técnicas secas o materiales de construcción de altas prestaciones. Sin embargo, calificar un edificio como industrializado conlleva una cierta dosis de subjetividad a no ser que esa calificación se base en unos parámetros que reflejen lo que se considera sustancial de la

industrialización. De esta manera, puede afirmarse que existen edificios más industrializados que otros al igual que existen edificios más sostenibles que otros.

Kieran y Timberlake (2004), defienden que la construcción arquitectónica debería guiarse por los mismos criterios de eficiencia económica que rigen en la industria naval, aeronáutica y aeroespacial. Al igual que ocurre en estas industrias, se trata de abandonar el paradigma representado por la fórmula (1)

$$(1) Q \times S = C \times T$$

para sustituirlo por el paradigma representado por la fórmula (2)

$$(2) Q \times S \# C \times T$$

en las que Q (*quality*) es la calidad global, S (*scope*) son las prestaciones del edificio, C (*cost*) es el coste y T (*time*) el tiempo de producción. Así, mientras que en las industrias más avanzadas un aumento de calidad y prestaciones en sus productos no deriva en un incremento paralelo en el coste y el tiempo de producción (2), en la construcción arquitectónica sigue ocurriendo que los aumentos de calidad y prestaciones del edificio conllevan un mayor coste y dedicación del arquitecto (1). Según Kieran y Timberlake, en la construcción arquitectónica debería imponerse el mismo modelo que en las industrias más desarrolladas, es decir, que un aumento de la calidad (Q) y/o de las prestaciones (S) de un edificio no debería implicar necesariamente un aumento de los costes (C) y del tiempo de construcción (T). O que una disminución del tiempo de construcción y por tanto un aumento de productividad no debería suponer una reducción de prestaciones y de calidad de la edificación o un aumento de su coste.

### 3.2.1 Industrialización en la construcción de viviendas

En el ámbito de la construcción masiva de viviendas mediante métodos convencionales en España, se va consiguiendo, poco a poco, un cierto grado de industrialización. Se observa que en muchas construcciones el albañil tradicional tan sólo ejecuta las cajas de escaleras y ascensores y las divisorias entre viviendas. El resto de compartimentaciones e incluso el trasdosado de la fachada se llevan a cabo con sistemas de placas de cartón yeso. En este tipo de edificaciones, se aplican técnicas industrializadas principalmente para reducir tiempos y costes de producción.

Sin embargo, en la situación actual del mercado de la vivienda, el proceso de industrialización se ve obstaculizado por varios factores. El elevado coste del suelo en relación al coste general de la promoción reduce la proporción de la parte que realmente puede optimizarse, desde el punto de vista económico, mediante el empleo de procedimientos industrializados. En un mercado, como es el de la vivienda, en que casi todo se compra y además se revaloriza rápidamente, es difícil justificar inversiones económicas encaminadas a elevar el nivel de productividad y/o calidad. Además, persiste aún la mala imagen de los antiguos sistemas prefabricados respecto a su calidad técnica y al aspecto de los acabados. Finalmente, la normativa técnica está pensada para la construcción convencional, pero la construcción industrializada e

innovadora requiere procedimientos especiales de validación que no todos los organismos de control técnico pueden llevar a cabo.<sup>4</sup>

Durante las últimas décadas la industria de la construcción ha ido progresando inexorablemente hacia la estandarización de los diferentes subsistemas constructivos (estructuras, cerramientos, particiones...). Para integrar los diversos subsistemas se recurre a sistemas abiertos, en los que se emplean indistintamente componentes de diversos fabricantes. Sin embargo, además de la estandarización de los subsistemas por separado, hace falta una concepción integral del diseño y la construcción, particularmente en el ámbito de la vivienda construida masivamente. A los sistemas de construcción abiertos deben corresponder sistemas espaciales y formales igualmente abiertos, que permitan la creación de viviendas flexibles, capaces de adaptarse fácilmente a los requisitos cambiantes de los distintos usuarios. El modelo de industrialización que persigue el proyecto BAR\_CODE HOUSING SYSTEM es ante todo flexible, permitiendo que cada promoción de viviendas se adapte a su nivel requerido de industrialización. El objetivo no es la producción masiva de viviendas indiferenciadas, sino de viviendas adaptables a las necesidades y características de los usuarios. De ahí la necesidad de flexibilizar también la utilización de materiales y técnicas de construcción, para que una determinada agregación de viviendas (bloque, torre) pueda ser materializada de maneras diversas, dependiendo de los sistemas constructivos elegidos y de su combinación. Éste es precisamente uno de los objetivos claves de la investigación en el proyecto BAR\_CODE HOUSING SYSTEM: conseguir que un sistema espacial versátil y formalmente indeterminado pueda ser materializado a través de sistemas constructivos flexibles y abiertos.

Los materiales y tecnologías constructivas que se están considerando para este proyecto son de tres tipos: materiales y tecnologías de origen orgánico, materiales y tecnologías de origen pétreo, y materiales y tecnologías de origen metálico. Paralelamente, se van a estudiar las reglas básicas que compongan y ordenen los diferentes elementos constructivos en el conjunto del edificio.

Los sistemas constructivos que se están considerando en el proyecto BAR\_CODE HOUSING SYSTEM son abiertos. No en el sentido dogmático que les dio la industrialización de los años setenta<sup>5</sup>, sino en un sentido *verdaderamente* abierto, en el que el reto es hacer compatible diversos sistemas en el mismo proyecto.

BAR\_CODE HOUSING SYSTEM considera el edificio como un sistema de sistemas. El estudio de los productos y de los sistemas constructivos industrializados que satisfagan las demandas funcionales de los diversos elementos constructivos no es autónomo. Para hacer más operativo el estudio del edificio, a menudo se descompone en sistemas independientes –la estructura, los cerramientos, los interiores y los servicios. Sin embargo, el edificio es algo más que la suma de las partes. Por ello, en este proyecto de investigación adoptamos una visión holística y sistémica del edificio (y del propio sistema que lo genera). De esta manera, el edificio se entiende como un conjunto de

---

<sup>4</sup> El Código Técnico de la Edificación recientemente aprobado puede contribuir a mejorar esta situación, al permitir la utilización de nuevas técnicas y sistemas que demuestren el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE mediante una evaluación técnica favorable de su idoneidad para los usos previstos.

<sup>5</sup> Según Blachère, los objetivos de los sistemas abiertos son dos: permitir que en un proyecto diseñado sin contacto previo con los productos de componentes pueda ser realizado mediante su ensamblaje, y permitir el ensamblado de componentes de tipos diferentes producidos por fabricantes independientes.

elementos racional y lógicamente ordenados, de manera que sus partes están rigurosa y estrictamente relacionadas y conjuntadas entre ellas. En resumen, se trata de aplicar las características generales de un sistema a la construcción industrializada.

Además de perseguir los objetivos fundacionales de la industrialización (reducción de coste y tiempo de ejecución, incremento de calidad) la construcción necesita ser sostenible para poder seguir siendo considerada una alternativa para el futuro. La construcción industrializada puede favorecer la sostenibilidad en la edificación de diversas maneras. De entrada, con la utilización de materiales reciclables o de origen reciclado en la fabricación de componentes. Asimismo, la fabricación en taller y el montaje reducen los residuos que se producen en la obra que son difícilmente reciclables, mientras que los que se generan en la fábrica se reciclan con mayor facilidad. Además, la coordinación dimensional y modular de los componentes permiten reducir los materiales sobrantes evitando recortes innecesarios. Finalmente, los sistemas de construcción industrializada que basan su puesta en obra en el montaje de diferentes componentes son más fácilmente de-construidos que los empleados en la construcción convencional, de manera que algunas de las partes del edificio puedan ser desmontadas.

### 3.3 La integración de las TIC en la construcción

Las primeras aplicaciones informáticas para el diseño y construcción de edificios comenzaron a desarrollarse a finales de 1960 (Eastman 1999). En esa época se crearon los primeros sistemas integrados con los que se pretendía racionalizar el proceso de diseño, ayudándose del ordenador para encontrar la solución más idónea (más económica, más funcional); reducir el tiempo de proyecto, eliminando las tareas repetitivas; mejorar la gestión en el desarrollo del proyecto, evitando las inconsistencias entre las diversas formas de representación (entre plantas y alzados, entre planta de distribución y plano de instalaciones, entre plantas y mediciones); e incluso reducir el tiempo de construcción, utilizando componentes producidos industrialmente por procedimientos de CAD/CAM. Para conseguir estos objetivos, se consideraba entonces necesario que los procesos de diseño y construcción fuesen controlados por una única organización, y que el sistema de prefabricación por componentes fuese un sistema cerrado. Los programas pioneros como el OXSYS –utilizado en el diseño y construcción de hospitales– o el SSHA– para el diseño y construcción de viviendas– estaban concebidos como sistemas integrados vinculados a un sistema de prefabricación determinado. La dispersión característica de la industria de la construcción, la dependencia de las condiciones locales, y la dificultad de crear economías de escala que hicieran viables los sistemas de construcción cerrados dificultaron la implantación de estos sistemas integrados, que fueron posteriormente abandonados.

Tras el auge y la implantación de Internet durante la última década, el paradigma computacional dominante ha cambiado, y con él las estrategias para aplicar las tecnologías de la información y comunicación en la industria de la construcción. Más que imponer un modelo de control centralizado de la información, se trata ahora de utilizar la tecnología para facilitar los procesos de trabajo que se dan en la industria de la construcción, con el fin de transformarlos a partir de su hibridación con los procesos informatizados.

Adoptando esta estrategia, las tecnologías de la información pueden contribuir a transformar positivamente la industria de la construcción de la vivienda colectiva,



creando entornos informáticos que faciliten el trabajo coordinado de técnicos, constructores, administración y usuarios. Los beneficios de una eficaz integración de las TIC serían: 1. automatizar tareas repetitivas (objetivo compartido por los primeros sistemas integrados), tanto en los procesos de diseño como en los de construcción 2. potenciar la colaboración entre los diversos agentes que intervienen en el proceso de diseño- construcción-utilización 3. favorecer la creación de nuevas estructuras organizativas, menos jerárquicas, más distribuidas, aunque más eficaces desde el punto de vista económico y de organización del trabajo.

Una vez realizado el prototipo que genera las unidades de vivienda, bloques y fachada, y visualiza los bloques en Internet (Figuras 3-6) el objetivo del proyecto BAR\_CODE HOUSING SYSTEM es desarrollar un entorno distribuido que facilite el trabajo colaborativo de los diferentes agentes (arquitectos, usuarios, fabricantes, constructoras, administración) en los procesos de diseño y construcción de los edificios de viviendas creados con este sistema. La estructura abierta de la plataforma que se está creando permitirá a diferentes tipos de usuarios editar los parámetros de diseño (las reglas y constricciones que se aplican en la generación de viviendas, bloques y fachadas) de acuerdo con su conocimiento y experiencia. Asimismo, el entorno promoverá la organización de consorcios o equipos virtuales que se formen a lo largo de todo el ciclo de vida de un edificio: proyecto, construcción, mantenimiento, gestión y demolición.



Figura 3. Generador de plantas.  
© ARC Arquitectura i Enginyeria La Salle

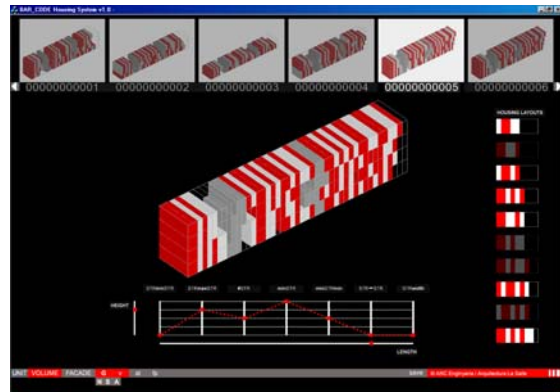


Figura 4. Generador de bloques.  
© ARC Arquitectura i Enginyeria La Salle

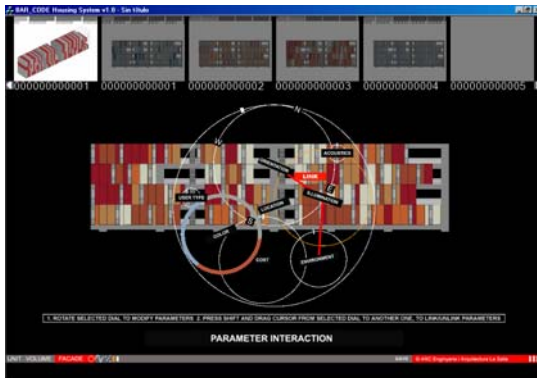


Figura 5. Generador de fachadas.  
© ARC Arquitectura i Enginyeria La Salle



Figura 6. Visualización de bloques en Internet.  
© ARC Arquitectura i Enginyeria La Salle

#### **4. LA RELACIÓN ENTRE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA**

Un proyecto de investigación que se lleva a cabo en un ámbito universitario ha de estar necesariamente vinculado a la actividad docente. Además de cumplir sus propios objetivos, la investigación debe contribuir a crear dinámicas de creación del conocimiento que vayan más allá de su ámbito específico y engloben a las actividades docentes. En este contexto, la investigación puede estimular la creación de asignaturas, talleres o seminarios dedicados a estudiar temas relacionados con el proyecto. Esta vinculación entre investigación y docencia, adecuadamente articulada, puede beneficiar a ambas.<sup>6</sup>

La estrategia de integración de áreas de conocimientos en torno al proyecto de arquitectura que hemos adoptado en este proyecto de investigación es afín al modelo de enseñanza que se ha venido imponiendo en los últimos años, y que se ejemplifica con los talleres de proyectos (o similares). En ambos casos, en un taller de proyectos y en un modelo de investigación creado en torno al proyecto, se promueve la interrelación entre las áreas de conocimiento que constituyen la disciplina de la arquitectura. También en ambos casos se da un proceso colaborativo de construcción del conocimiento en el que participan expertos en diversas áreas (proyectos, construcción, estructuras, instalaciones). La diferencia, sin embargo, es que en el taller de proyectos la formación del alumno es un objetivo primordial, mientras que en el proyecto de investigación el objetivo fundamental es la creación de un conocimiento sistemático.

Por otra parte, los procesos de transformación que actualmente tienen lugar a raíz de la integración en el espacio europeo de educación, promueven la creación de programas educativos abiertos así como la superación de los límites existentes en la enseñanza universitaria (disciplinares, institucionales). En el nuevo escenario que se augura, la separación estricta entre docencia e investigación puede perder todo sentido, especialmente en el ámbito del posgrado. Es importante, por lo tanto, desarrollar estrategias que vinculen de una manera creativa y eficaz los proyectos de investigación con las actividades docentes, que den lugar a espacios educativos que promuevan la creación de conocimiento y la formación del alumno, simultáneamente.

#### **5. CONCLUSIONES**

BAR\_CODE HOUSING SYSTEM es un proyecto de investigación específicamente arquitectónica, en tanto que aglutina diversas áreas de conocimiento en torno al problema del diseño y construcción de viviendas por métodos industrializados. La aplicación de las tecnologías de la información y comunicación en el proyecto impulsa la creación de un espacio transversal que resulta de la interrelación entre áreas de conocimiento, entre los agentes que intervienen a lo largo de todo el proceso de diseño y

---

<sup>6</sup> Un ejemplo de esta relación entre investigación y docencia lo representa HOUSING@21.EU ([www.housing21eu.net](http://www.housing21eu.net)), un proyecto educativo promovido desde Arquitectura La Salle dedicado a analizar y promover nuevas formas de vivienda en Europa, que ha sido llevado a cabo con el apoyo del programa Erasmus durante el periodo 2003-06. La actividad pedagógica nos ha permitido estudiar los factores sociales, económicos y tecnológicos que contribuyen a la transformación de la vivienda contemporánea a escala europea. Los resultados obtenidos con esta experiencia han servido para enriquecer nuestra visión del problema de la vivienda, y por tanto, a mejorar la investigación en el proyecto BAR\_CODE. Recíprocamente, el sistema BAR\_CODE ha servido de modelo e inspiración para algunos de los participantes en los cursos HOUSING@21.EU, que han planteado nuevas propuestas a partir de la filosofía de este sistema.

construcción, y entre las organizaciones en las que éstos se agrupan. Esta dinámica de interrelaciones supera los límites del propio espacio de investigación, vinculando la actividad investigadora con la actividad docente.

## 6. AGRADECIMIENTOS

El proyecto de investigación BAR\_CODE HOUSING SYSTEM está financiado por el programa nacional de I+D+i 2005-2008 BIA2005-08707-C02-01. Por parte de Arquitectura La Salle participan en el proyecto las áreas de estructuras e instalaciones, cuyos coordinadores son Jesús Jiménez, ingeniero de caminos, y Juan Briz, arquitecto. Cristina Mas, arquitecta, y Glòria Font, arquitecta técnica, participan como investigadoras en los grupos de estructuras e instalaciones respectivamente. En el grupo coordinador, ARC Arquitectura i Enginyeria La Salle ([www.salle.url.edu/arc](http://www.salle.url.edu/arc)), participan Ángel Martín Cojo, arquitecto, y Álvaro Sicilia, ingeniero técnico en informática. Por parte del Departamento de Construccions Arquitectòniques colabora en este proyecto Victoria Vasquez, arquitecta.

## 7. REFERENCIAS

- Blachère, G. (1977) *Tecnologías de la construcción industrializada*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Brookes, A., Vaughan, N. (1998) "Industrialized housing from the end of the Second World War to the present day". *Detail* 38 (5): 753-760.
- Eastman, C. (1999) *Building product models: computer environments supporting design and construction*. CRC Press: Boca Raton.
- Eleb, M. (1996) "Emerging modes of living and habitat". En *Nuevos modos de habitar. New ways of housing*, María Melgarejo, editora. Valencia: Colegio Oficial de Arquitectos de la Comunidad Valenciana.
- Groat, L., Wang, D. (2002) *Architectural Research Methods*. New York: John Wiley & Sons.
- Habraken, N.J. (1972) *Supports: an alternative to mass housing*. London: The Architectural Press.
- Kieran, S., Timberlake, J. (2004) *Refabricating Architecture: How Manufacturing Methodologies are Poised to Transform Building Construction*. New York: McGraw-Hill.
- Madrazo, L., Sicilia, A. (2005) "BAR\_CODE HOUSING SYSTEM, a computer aided design and building system for housing blocks". The 3rd International Conference on Innovation in Architecture, Engineering and Construction (AEC 2005), Rotterdam.
- Rapoport, A. (1972) *Vivienda y cultura*. Barcelona: Gustavo Gili.