

ANTECEDENTES DE LA VIVIENDA INDUSTRIALIZADA COMO PROPUESTA ECOLÓGICA

Arq. Jaime Sarmirnto Ocampo*

*Arquitecto de la Universidad Nacional, sede Medellín. Doctorado de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona, de la Universidad Politécnica de Cataluña. Docente universitario y proyectista en Colombia y España. Docente de la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín en la facultad de Arquitectura. Desde hace varios años desarrolla una investigación sobre los sistemas de construcción industrializada, y patentó un sistema en España. Por este obtuvo el premio Cultura E de la Alcaldía de Medellín para la formación de empresas.

Resumen

Una de las constantes preocupaciones de la arquitectura moderna ha sido ofrecer soluciones de vivienda industrializada en grandes cantidades. Desde los escritos de Casas en serie de Le Corbusier (1923), hasta nuestros días, los maestros de la modernidad se han afanado por presentar soluciones duraderas en el tiempo que puedan atender grandes poblacionales. Frank Lloyd Wright, Walter Gropius, Alvar Aalto, Buckminster Fuller, Charles Eames, Jorn Utzon, entre otros, intentaron sin mucho éxito formular sistemas habitacionales que se acomodaran a las condiciones humanas. El gran problema de estas propuestas radicó en la estandarización y masividad frente a la pérdida de identidad del individuo. Sin embargo, muchos de estos planteamientos tenían la intención de preservar y hacer más eficientes los recursos físicos y humanos, desde un sentido ecológico. Se prevé, con las actuales tecnologías, que sería posible desarrollar este sueño truncado de la modernidad, sin renunciar a la individualidad.

Palabras clave

Arquitectura moderna, Vivienda industrializada, ecología.

Introducción

Con el título de “Casas en serie”, Le Corbusier nombró uno de los capítulos de su libro *Vers une architecture* (1923), para hacer mención a la producción de casas de manera industrial, tal como estaba sucediendo con los automóviles. No sería el maestro suizo el único abanderado en ofrecer soluciones en serie para la vivienda; también lo harían todos los grandes maestros de la modernidad, como en su momento lo formularon Mies van der Rohe, Walter Gropius, Frank Lloyd Wright y Alvar Aalto, y algunos que aparecían en segundas filas como Richard Buckminster Fuller, Jean Prouvé, o Jørn Utzon, entre otros. Producir industrialmente la vivienda ha sido una de las ocupaciones constantes de la arquitectura moderna hasta nuestros días.

A diferencia de las industrias del automóvil, el tren, el barco o el avión, la manera de producir la arquitectura se ha visto rezagada por más de dos siglos. Quizás obedezca a que la industria ha alcanzado con mayor prontitud y facilidad aquellos productos que son móviles, en contraposición con las edificaciones estáticas e inamovibles. Se deben resaltar las condiciones del mundo en los dos últimos siglos, a partir de la revolución industrial, pues han cambiado de manera acelerada. Se han dado más cambios y, por tanto, mayor evolución en los últimos doscientos años que en los cinco mil anteriores: pensemos, por ejemplo, que el anhelo de volar del hombre, tan vivo en el imaginario de Leonardo Da Vinci hace cuatro siglos, apenas se pudo realizar en 1903 con el primer avión tripulado por los hermanos Wright. La reproducción de la imagen, tan solo posible mediante la técnica de la pintura durante miles de años, es ahora factible mediante la invención de la fotografía y posteriormente por el cine, la televisión o la Internet. Asimismo, los avances científicos en medicina o astronomía (ahora conocemos mucho mejor el universo). La humanidad ha podido llegar a la luna y vislumbrar otros planetas y galaxias inimaginables en la época del descubrimiento de América, cinco siglos atrás.

Tras la era industrial, la era informática ha emergido con gran fuerza y celeridad. Llevamos tan solo tres décadas desde su comienzo, y nuestro modo de actuar y de relacionarnos con el mundo ha cambiado radicalmente. La percepción del mundo se ha transformado: la producción y el consumo se incrementan; la velocidad aumenta y las distancias disminuyen; la movilidad se extiende; los costos disminuyen y la publicidad crece exponencialmente. Pero otra cosa muy distinta sucede cuando observamos la manera en que construimos nuestro hábitat en el planeta. Los actuales procesos de construcción siguen rezagados, con respecto al tiempo, a las necesidades de la humanidad y a los acontecimientos del mundo. Continuamos construyendo con técnicas ancestrales, mayormente con estructuras rígidas de hormigón (descubiertas por los romanos hace más de dos mil años) y cerramientos estables de cerámica (empleados desde tiempos inmemoriales de los aqueos hace

más de 11.000 años) o piedra. Seguimos construyendo de manera rígida e inamovible, cuando los tiempos que transcurren son de la movilidad, el cambio, la adaptabilidad, la ligereza.

La tradición moderna

La vivienda industrializada se originó con el propósito de construir resguardos en grandes cantidades, de manera rápida, precisa y bajo costo. Incluso tiene sus orígenes desde mucho antes que la revolución industrial; surgió de las necesidades propias del ser humano y se desarrolló, en principio, en situaciones ajenas a la propia vivienda, como consecuencia de las colonias extranjeras, los campamentos militares, los estragos de las guerras, la explotación minera, los desastres naturales o los asentamientos de emergencia.

En Norteamérica la prefabricación nació en el siglo XVIII con los pioneros ante su afán de colonizar grandes extensiones de terrenos con edificaciones que se transportaran fácilmente y se montaran por mano de obra no cualificada. De ahí surgió el sistema Balloon Frame, un ligero armazón de listones revestido con tablonos de madera que reemplazaba el tradicional sistema constructivo de robustas y pesadas vigas y columnas, importado por las colonias europeas. El sistema americano resultaba de gran utilidad ya que utilizaba materiales propios del lugar, era rápido, económico, ligero y se podía realizar con mano de obra no cualificada. Tuvo tal grado de aceptación que a mediados del siglo XIX el sistema representaba entre el 60 y el 70% del total de la edificación en Norteamérica; incluso hoy día sigue utilizándose. Otro de los factores que promovió la fabricación de casas en serie fue la fiebre del oro a mediados del siglo XIX, la cual requería asentamientos rápidos sobre territorios vírgenes. Pero sobre todo fue el impulso propiciado por Augustine Taylor (1872-1928), a quien se le atribuye la invención del sistema Balloon Frame y quien trabajaba en métodos racionales de producción eficiente, lo que permitió un gran avance de la producción en serie. A partir de allí grandes almacenes comerciales, como la cadena de almacenes Sears, se dedicaron a ofrecer a sus clientes casas por catálogos. Incluso el gran inventor estadounidense Thomas Alba Edison llegó a patentar y a construir barrios enteros con un sistema de casas prefabricadas de hormigón.

Frank Lloyd Wright y el American System-Built Houses

Entre 1911 y 1917, Wright desarrolla un sistema denominado The American System-Built Houses para la firma Richards Company (fig. 1). You Can Own an American Home era el eslogan que anunciaba el nuevo sistema en un periódico de Chicago. En más de novecientos planos Wright dibujó y elaboró especificaciones para producir industrialmente partes de edificios, como estructuras de madera, juntas para pisos, techos, molduras, ventanas o puertas. Más que unos modelos

preestablecidos, proponía una infinidad de variaciones de la vivienda que pudiera reducir el tiempo de construcción y costos de trabajo, a la vez que permitía unos diseños personalizados para cada cliente. El sistema no tuvo una buena acogida y se abandonó su producción; sin embargo, la fabricación de casas económicas en serie seguiría siendo durante muchos años uno de sus principales temas de interés. En los años treinta los esposos Jacobs le solicitaron una vivienda que no sobrepasara los 5.000 dólares; para Wright esta limitación se convirtió en un gran reto. ¿Cómo construir una vivienda digna con muy poco dinero?

The house of moderate cost is not only America's major architectural problem but the problem most difficult for her major architects [...] As for me, I would rather solve it with satisfaction to myself and Usonia, than to build anything I can think of at the moment (Allison y Bryan, Prefab, 19).¹

La vivienda económica representaba para él la posibilidad de que la gente pobre accediera a la vivienda y, por otra parte, la oportunidad de expresar la individualidad en medio de una democracia. Este laboratorio de experimentación económico y social se tradujo en las casas usonianas de los años treinta y cuarenta, logradas a partir de la producción en serie de sus componentes. Seguramente fue Wright el arquitecto moderno que mostró una relación más clara y directa con la naturaleza; al utilizar los materiales propios del lugar; al vincular decididamente el espacio interior con el paisaje exterior, y al hacer que sus edificios emularan y se acoplaran perfectamente con el lugar en que se insertaban —recordemos, por ejemplo, la casa de la cascada—. Por esto se le reconoce de manera más evidente un sentido ecologista en su arquitectura.

Los comienzos de la industrialización de la vivienda en Europa se dan de manera muy diferente. Podemos remontarnos hasta el arquitecto francés Eugène-Emmanuel Viollet-le-Duc a mediados del siglo XIX, quien en varios de sus proyectos introduce esbeltas estructuras metálicas, hechas en fábrica, imprimiendo con ello un aire de gracilidad en la estructura y propiciando un contraste entre los finos elementos y los gruesos muros de piedra. Otro de los grandes impulsores de la industrialización en Europa fue el paisajista inglés Joseph Paxton, quien para la feria universal de Londres, en 1851, construye el Crystal Palace, un enorme invernadero de 72.000 m² construido con una finísima estructura metálica y cerramientos acristalados. La propuesta de Paxton parecía imposible de realizar por el gran tamaño de la edificación y por el poco tiempo de que disponía, pero solo la producción industrial en serie le permitió la realización de miles de piezas estandarizadas.

¹ Declaraciones de Wright en Architectural Forum, 1938.

El proyecto llegó a convertirse en un ejemplo de arquitectura grácil a gran escala y estandarte en los comienzos de la industrialización.

Las “Casas en serie” de Le Corbusier

En la escena europea y mundial, uno de los actores más beligerantes e influyentes en pro de la industrialización de la vivienda fue Le Corbusier. En 1914 patentó un entramado estructural de losas y pilares que llamó Maison Dom-ino, que reemplazaba el tradicional sistema imperante de muros de carga. Este sistema le permitiría desarrollar los llamados “cinco puntos” de su arquitectura: la planta libre, la terraza jardín, los “pilots”, la ventana longitudinal y la fachada libre, pero sobre todo posibilitaban la conexión, el crecimiento, la adaptabilidad y la variedad del conjunto mediante unas piezas regulares. Con un principio de ensambles similar al sistema Dom-ino, Le Corbusier realizó luego varios proyectos residenciales, como el conjunto habitacional de Pessac en Burdeos (fig. 2), todo un barrio conformado a partir de módulos rectangulares que se podían subdividir y aparear de diversas maneras, conformando bloques de edificios.² Su preocupación por hacer de la vivienda industrializada el motor de transformación de la sociedad y de la arquitectura estaba presente en muchos de sus escritos:

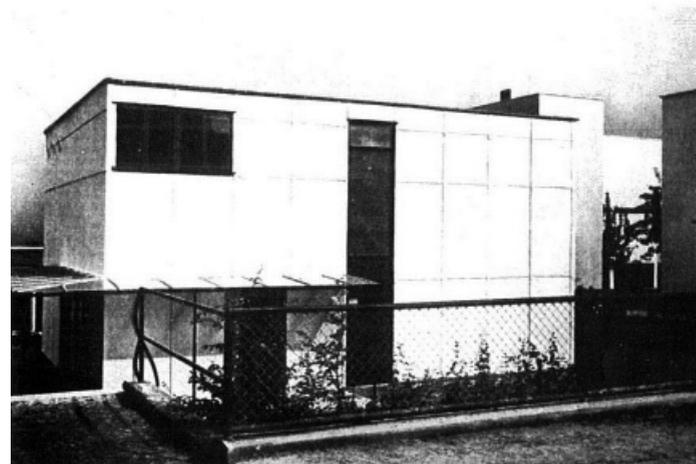
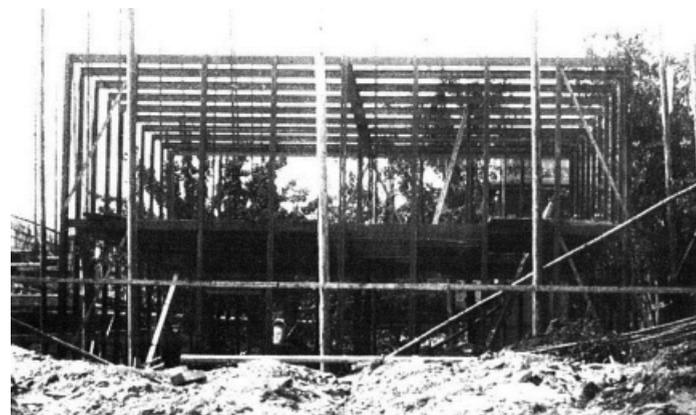
[...] se han producido en las fábricas tantos cañones, aviones, camiones y vagones, uno se dice ¿No se podrían fabricar casas? Este es un estado del espíritu muy acorde con la época [...]. La casa ya no será esa cosa pesada y que pretende desafiar los siglos, el objeto opulento por el cual se manifiesta la riqueza; será una herramienta, como lo es el auto (Le Corbusier, p. 193).

Le Corbusier encontraba en la industria el gran aliado para actualizar la arquitectura de comienzos del siglo XX, en particular la vivienda, “Pour Bâtir: standardiser et tayloriser” había afirmado insistiendo en la necesidad de estandarizar y producir industrialmente los componentes constructivos. Su misión revolucionaria se vio tergiversada por algunos críticos que, a raíz de su frase “casa es una máquina para habitar”, lo clasificaban como un arquitecto funcionalista. Se trataba de una interpretación bastante literal de sus palabras. Su obsesión no era convertir la casa en un mecanismo complejo; su deseo era convertir la casa en un instrumento eficiente que dignificara la existencia humana,

² El resultado de la planeación de estas viviendas y su uso por parte de los usuarios da para reflexionar acerca de la industrialización en serie y su relación con los habitantes: una vez terminado el barrio, los usuarios de las viviendas transformaron radicalmente sus casas cubriendo o cerrando las terrazas, pintando las fachadas con otros colores, haciendo modificaciones según sus propios requerimientos, al punto de desfigurar completamente la urbanización y dejar pocos vestigios de la imagen preconcebida por Le Corbusier. En años posteriores el gobierno Francés recuperó y restauró las viviendas a su estado original. Estos hechos no dejan de lado la dicotomía presente entre el hábitat repetitivo, totalmente planeado por el arquitecto, y el deseo de los usuarios de expresar su propia individualidad.

pues la arquitectura para él era un medio que buscaba principalmente emocionar al ser humano.

Le Corbusier realizó múltiples proyectos de casas en serie durante toda su carrera, como los mencionados Maison Dom-ino (1914) y la ciudadela Frugès en Pessac (1924), o la Casa Monol (1919), Casas de hormigón armado (1919), las Casas Citrohan (1921), las Casas para artistas (1922), Casas para obreros (1922), Villas inmueble (1922), Casas para artesanos (1924), pasando por sus propuestas habitacionales Roq et Rob en Cap Martin (1949), donde a partir de un sistema



de estructuras metálicas denominado Brevet 2,26 x 2,26, realizado con perfiles industriales, arma una parrilla tridimensional que serviría de soporte a los cerramientos y entresuelos, contando con la posibilidad de tener una gran diversidad de espacios (fig. 3). La propuesta

de Cap Martin se quedaría en proyecto; pero el sistema de parrilla estructural constituido a partir de delgados perfiles metálicos se vería materializado en posteriores obras, como la Maison de L'Homme en Zúrich (1967) o el Pabellón Suizo en la Ciudad Universitaria de París (1931). Este tipo de retícula espacial, que servía de soporte, daría pie a las Unités de habitación de mediados de los cincuenta, las cuales se concibieron por Le Corbusier como grandes edificios —inspirados en los buques trasatlánticos—, con una propuesta de habitabilidad novedosa: en el interior de los edificios se podían reunir la vida doméstica con otras actividades como el comercio, el trabajo, el ocio o la educación. Las Unités eran una especie de micromundo.

Aunque pudiera parecer que sus propuestas se alejaban de la naturaleza, puesto que en ellas predominaba la abstracción y el contraste con el paisaje, en el fondo tenían un sentido reivindicatorio de la misma. Le Corbusier utilizaba los agentes naturales como el sol, el viento, la lluvia, las vistas o el paisaje como instrumentos de diseño. En su arquitectura no solo imperaba un sentido práctico sino que buscaba en la naturaleza un aliado del cual aprender para conciliar el mundo físico construido por los humanos con el mundo natural. Muchos de sus edificios y propuestas incluían mecanismos naturales para propiciar un mayor confort en sus viviendas, como, por ejemplo, disponer de terrazas jardín o quiebra soles para atenuar la radiación solar, o acomodar las edificaciones según la orientación solar para aprovechar más horas del día, o crear cubiertas elevadas con acumulación de agua para refrigerar los niveles inferiores, o extender las ventanas de extremo a extremo para que entrara mayor cantidad de luz, o concentrar la estructura reemplazando los muros de carga en unos cuantos pilares, generando con ello las “plantas libres” y un contacto más directo con el paisaje circundante. Aunque no fuese tan evidente, todos estos factores hacían que su arquitectura tuviese un sentido ecológico, pues ponían en plena convivencia los factores naturales con el hábitat humano.

Gropius, Wachsmann y las Packaged houses

La vivienda en serie tuvo otro abanderado importante en el arquitecto alemán Walter Gropius, fundador y director por varios años de la escuela Bauhaus, en la que implantó una formación que reunía el arte con la técnica: “El artista es un artesano enaltecido”, diría. Para el certamen de la Weissenhof en Stuttgart, en 1927, promovido por la asociación de arquitectos, artistas e industriales denominada “Werkbund”, que convocó a los arquitectos más prominentes del panorama europeo para formular soluciones vanguardistas para la producción industrial de la vivienda, formuló una vivienda totalmente

modular, construida con materiales secos, con una estructura ligera de metal recubierta con paneles de fábrica (fig. 4).

Seguramente la contribución más importante de Gropius a la vivienda prefabricada se da en el trabajo conjunto con el arquitecto alemán Konrad Wachsmann, llamadas Packaged houses de principios de los cuarenta (fig. 5). Por ese entonces Wachsmann estaba huyendo de la guerra en Europa; previamente había trabajado en el desarrollo de sistemas modulares. Cuando llegó a Estados Unidos fue recibido y hospedado por la familia Gropius en Nueva York; apenas portaba entre sus bienes un par de juegos de planos que traía de Europa en los que se describía el sistema de ensambles de unos paneles de madera, unidos por unas pletinas metálicas. Cuando Wachsmann le enseñó a Gropius el proyecto, este se mostró tan interesado que le propuso desarrollar el sistema de manera conjunta para la General Panel Corporation, de la que Gropius era vicepresidente. Wachsmann³, en el sótano de los Gropius donde había improvisado su oficina, se dedicó incansablemente a mejorar el sistema hasta que logró unas ingeniosas juntas metálicas, unas clavijas que se encadenaban facilitando el montaje; de esta manera se lograba unir paneles en hilera, en forma de ‘L’, en ‘T’ o en cruz, tanto en vertical como en horizontal, lo que otorgaba al sistema una gran flexibilidad en el momento de diseñar. El sistema en su conjunto permitía expandir o contraer la edificación, haciéndola muy versátil. A finished house in only 8 hours era el lema promocional de la que prometía ser la casa prefabricada por excelencia, el clímax de décadas de evolución y experimentación en la vivienda prefabricada; además parecían darse todas las condiciones para el éxito de esta empresa: el ingenio de Wachsmann se combinaba con la experiencia y el prestigio de Gropius; se tenían previstas una fábrica en Nueva York y la otra en los Ángeles, capaces de producir unas 10.000 unidades de vivienda al año; se daban las condiciones sociales y económicas ya que Estados Unidos recién entraba en la guerra y se necesitaban grandes cantidades de viviendas. Pero esta gran empresa se vio frustrada: tan solo se vendieron entre 150 y 200 casas, y el sistema de comercialización de las Packaged Houses fue un rotundo fracaso. Las razones que se esgrimen de tal decepción son vagas y múltiples. La modulación escogida por Wachsmann era distinta a la establecida por la industria estadounidense, lo cual hacía que no se pudiesen utilizar elementos de la industria ya existente y las piezas tuviesen que ser producidas en una única empresa, lo cual encarecía los costos. Por otra parte, aunque el diseño era ingenioso, la construcción era muy limitada, pues contaba con pocas piezas estandarizadas. Pero el gran error consistió en asumir que la casa en serie era un producto, en lugar de pensar que la producción de la vivienda

3 “That evening on December 7, 1941 —dice W— returning home, I told Gropius for the first time that I had developed during the time in the internment camp in France a universal system of industrialized building components, of course in the metric system ... we talk after dinner until late in the night about it[...].” En *The Dream of the Factory-Made House*, pp. 247-248.

prefabricada era un proceso que estaba ligado a otros factores de la cadena como la comercialización, la legislación, el transporte o la tierra, y las Packaged Houses no consideraban esta visión más amplia del proceso.

Aunque los intentos de Gropius y Wachsmann por realizar la vivienda industrializada terminaron en rotundos fracasos, sí pusieron de manifiesto la necesidad de procesar industrialmente los materiales, depurar el diseño de los componentes y establecer mecanismos de modulación que permitieran la eficiencia y la rapidez en el montaje, lo cual se traducía en economía de medios, tanto humanos como naturales.

Las Dymaxion Houses de Buckminster Fuller

El ingeniero estadounidense Richard Buckminster Fuller trabajó largos años de su vida, entre 1928 y 1948, en la idea de viviendas ligeras fabricadas de manera industrial. Durante ese periodo estuvo desarrollando varias propuestas de viviendas que se iban perfeccionando y retroalimentando unas con otras, que básicamente consistían en un sistema ligero de elementos estructurales, sometidos a esfuerzos de compresión, atados mediante tensores que trabajaban a tracción. Fuller basó su trabajo en la observación de los principios estructurales de la naturaleza, ya que estos son extremadamente eficientes y representan una economía de la forma y la materia. En un comienzo trabajó sobre la idea de unas torres ligeras de viviendas, denominadas 4D

—en alusión a la dimensión del tiempo—, que estaban conformadas a partir de un fuste vertical del que pendían unas capsulas por medio de cables. El conjunto se podía izar empleando dirigibles voladores para ser trasladados a otro lugar.

Con los mismos principios de ligereza estructural, Fuller desarrolla las Dymaxion Houses (fig. 6), en las que en principio emplea un mástil del que penden cuerdas que sostienen todos los demás elementos, suelos, techos y paredes, de forma similar como trabaja un puente colgante. El fuste contenía un elevador en su interior y un sistema de ventilación natural que permitía un confort térmico en el interior de la vivienda. La planta era hexagonal y prácticamente todo estaba diseñado sobre la figura triangular, adoptada como la forma estructural indeformable. A principios de los cuarenta Fuller desarrolló las Dymaxium Deployment Units, también conocidas como las DDU, unas unidades cilíndricas con chapa metálica ondulada, inspiradas en los típicos silos de almacenamiento estadounidenses, a los que incorporó unas ventanas en forma de ojos de buey. A través de un amigo, Fuller convenció



a la empresa de cereales Buttler para que de estos silos se hicieran pequeñas viviendas industrializadas.⁴ Debido a su bajo costo, estas viviendas tuvieron una buena aceptación entre el público, pero se emplearon

especialmente para hospedar a los soldados durante la guerra. Años después el suministro de acero fue dedicado exclusivamente para los implementos de guerra y las DDU no pudieron continuar.

El modelo inicial de la Dymaxion House no se llegó a construir, pero sería la base de lo que a mediados de los cuarenta se erigió como la Dymaxion industrial machine, más conocida como la Wichita House, en alusión al pueblo donde se adaptó una industria aeronáutica para la fabricación de estas casas en serie. En esta solución la planta era circular, la cubierta tenía forma de sombrilla y el fuste central era más esbelto, aunque se mantuvo el principio estructural del mástil del que colgaban los tensores que sostenían los revestimientos en aluminio. El aire circulaba orientado a través de cámaras en el piso que lo conducían al interior por el fuste, desde el cual se distribuía al interior de la vivienda y luego era extraído al exterior por medio de una caperuza en la cubierta que funcionaba como molinete (fig. 7). De esta manera, mediante mecanismos naturales de convección, el aire se renovaba constantemente y mantenía la humedad dentro de la vivienda. Las zonas de agua, como la cocina y los baños, estaban totalmente automatizadas; los armarios eran rodantes; la temperatura se regulaba, y el polvo y el ruido externo se eliminaban. La Wichita House era realmente una máquina. Tal vez haya sido Fuller quien se tomó más en serio el aforismo de Le Corbusier de que la casa era una "máquina para habitar". "¿Qué pasaría si la máquina es una casa de habitar?", se preguntaba Fuller en una presentación de la casa 4D en la Harvard Society for Contemporary Art en mayo de 1929, haciendo alusión a los requerimientos funcionales básicos para la casa anunciados por Le Corbusier en "Vers une architecture". (AV, pp. 52 y 54)

La Wichita House terminó siendo otro intento fallido de Fuller en su intención de industrializar la vivienda; tan solo se construyeron dos modelos, pues resultaba muy costoso reconvertir la industria aeronáutica de Kansas en una fábrica de viviendas producidas en serie. De cualquier manera, con sus anteriores ensayos ya estaban sentadas las bases para su postrero intento, su propuesta más radical, la Standard of living package and skybreak dome de 1948, una propuesta totalmente salida de lo cotidiano, pues la casa se convertía en una especie de contenedor que, desplegado, atendía una serie de necesidades básicas de la vivienda: dormir, comer, lavarse. Todo ello estaba recubierto por una cúpula esférica de plástico (una de sus primeras geodas), que resultaba casi inmaterial. A través de los constantes me-

joramientos y reflexiones de Fuller sobre la casa, esta se fue aligerando a tal punto que se desmaterializó y se quedó en su esencia. La idea ganó fuerza y la casa como ente físico casi desapareció.

En la Standard of living package el objeto de la vivienda como tal dejó de ser lo más importante, pues el organismo fue perdiendo materialidad hasta casi desvanecerse, y en su lugar emergía con gran fuerza la actividad que se desarrollaba en ella: la cotidianidad. La casa evolucionó de objeto a herramienta de uso. Años después Fuller diría que la clave de todo esto estaba en la "efimerización", es decir, en hacer más transitorias las partes, en hacer más con menos; en definitiva, ir restando cada vez más materia hasta dejar desnudo el concepto. La Standard of living package fue como una aceptación de su parte, después de numerosos e infructuosos intentos, pues lo importante no era industrializar la casa pensada como un objeto; era una invitación para repensar la idea de la vivienda. De hecho, en unos de sus artículos más conocidos, "The Moon", él se pregunta "¿qué es una casa?". A lo largo de toda su larga producción estuvo elaborando un interminable derrotero sobre lo que debería tener una casa. Al final entiende que, más que un ente físico, la vivienda es un receptáculo donde el hombre puede interactuar consigo mismo y con el mundo:

La casa ya no es una forma de protección frente al mundo; al contrario, se ha convertido en un modo de sacar partido del mundo, una especie de palanca [...] habitar es estar comunicado [...] la imagen estática del alojamiento debe dar paso al dinamismo del alojamiento real. (AV, p. 58)

La pregunta sobre lo que era una casa lo llevó a replantear el problema de la vivienda desde lo tecnológico, antropológico y filosófico. Las respuestas para él pasaban por tener una actitud científica y filosófica, en lugar de las consideraciones estéticas a las que estaban dedicados muchos arquitectos. Dentro de las contribuciones más importantes de Fuller estaban la introducción del concepto de ligereza en las edificaciones y el trabajo con el concepto integrador de sinergia, por el cual sus estructuras lograban la máxima eficiencia con el mínimo de material. El aluminio de sus cúpulas ahorraba en peso, en costo y en trabajo; de esta manera preservaba y utilizaba conscientemente los recursos de los hombres y del planeta. En general, sus edificios eran pensados aprovechando los recursos naturales (como el sistema de ventilación que empleaba al interior de las Dymaxium Houses), disminuyendo considerablemente la cantidad de material requerido para albergar al ser humano, reduciendo los costos; en fin, por todo ello

⁴ "Los silos transformados de Fuller fueron un éxito inmediato y la empresa Buttler de Kansas City llegó a producir viviendas a unos precios aproximados de 10 dólares el metro cuadrado", en AV, p. 48.

podemos decir que Fuller ha sido uno de los pioneros en sentar las bases de las construcciones sostenibles.

Jean Prouvé

Eclipsado en ese entonces por la figura predominante de Le Corbusier, años más tarde se ha reconocido el trabajo original de este ingeniero metalúrgico francés, dedicado durante muchos años de su vida al diseño y producción de mobiliario, al desarrollo constructivo de proyectos que le llevaban reconocidos arquitectos (entre ellos el maestro suizo) y a resolver el gran dilema de la construcción industrial, en particular de la vivienda. Prouvé no tenía formación como arquitecto, pero en cambio tenía un amplio conocimiento de la técnica, especialmente en el campo metalúrgico, pues contaba con su propia fábrica que le permitía hacer experimentos y desarrollar prototipos para comprobar sus ideas. Algunas de sus más notables casas prefabricadas las haría en Meudon, cerca de París, a raíz de un encargo del Ministerio de la Reconstrucción francés para edificar catorce viviendas (fig. 8). Se trataba de pequeñas edificaciones levantadas del suelo, apoyadas sobre muros de mampostería. A pesar de que desarrolló varios modelos, el principio que seguía en todos ellos era el de una plataforma realizada a partir de un entramado metálico, unos pórticos centrales a manera de horquillas que cargaban la viga central de la cubierta, desde la cual se prolongaban unos triángulos que daban pendiente a la cubierta y se unían con la estructura perimetral de la edificación. El cerramiento era más liviano, con paneles industriales de madera o metal, todo modulado a un metro, con piezas no mayores de 4 m de largo y menos de 100 kg de peso. El conjunto resultaba una construcción híbrida por la mezcla entre los volúmenes que parecían gravitar en el aire, y los rústicos y tradicionales zócalos en mampostería o piedra.

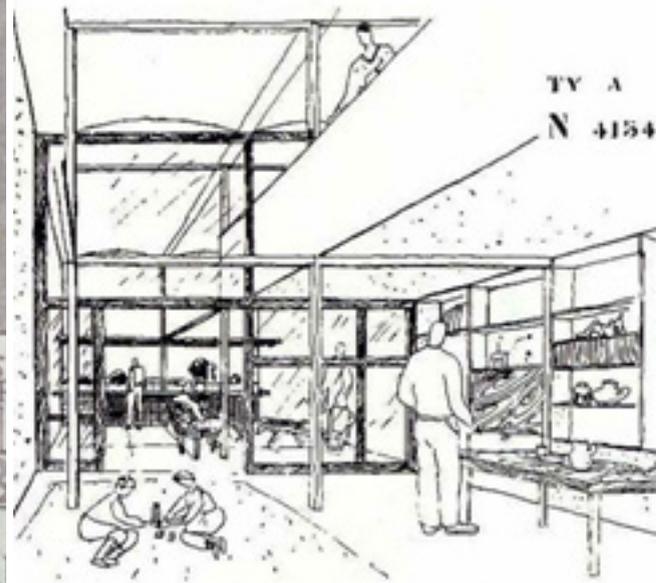
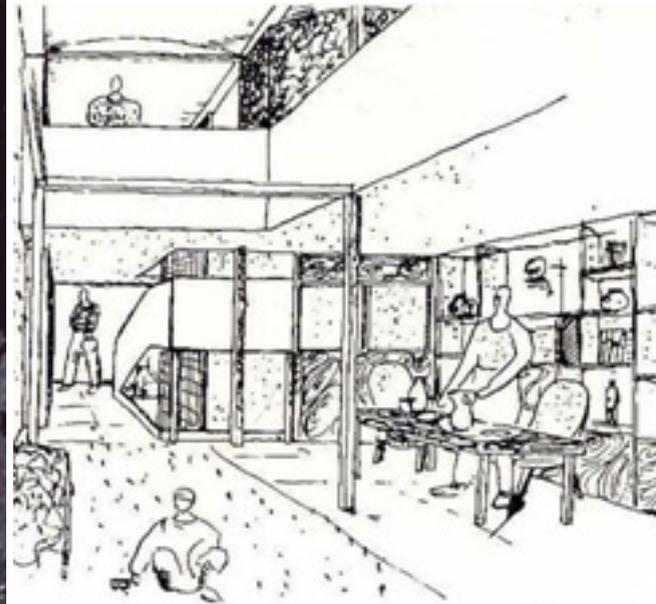
Por los mismos años de las casas de Meudon, realiza las Casas tropicales (1949-1951), esta vez totalmente elaboradas en metal y con unas consideraciones técnicas para ser llevadas y ensambladas en el trópico (fig. 9), pues fue un encargo del gobierno francés para sus antiguas colonias en el norte de África. Las severas condiciones climatológicas del trópico hacen que Prouvé adopte una serie de decisiones particulares para estas casas; tales viviendas debían estar levantadas para evitar las filtraciones del suelo húmedo, tener prominentes aleros alrededor de todo el perímetro para atenuar el sol tropical y dar sombra, generando a la vez unos corredores protegidos de las inclementes lluvias, y las paredes metálicas debían estar perforadas con ventanas ojos de buey, para permitir que el paso del aire refrigerase los espacios interiores de la estancia. En esta propuesta se aprecia un gran interés de Prouvé por resolver las situaciones climatológicas propias de un lugar, lo que nos pone a pensar que, a pesar de que se

trataba de viviendas ligeras transportables, tenía una preocupación por resolver una consideración local, en definitiva, una consideración bioclimática, y sostenible con el lugar, así los materiales no fueran propios del sitio y fuesen procesados en un taller. Acosado por las deudas ocasionadas por sus constantes experimentos, Prouvé terminó vendiendo su fábrica y se convirtió en un empleado más de la misma, hasta que fue despedido. Al final, en un ejercicio de reciclaje, reunió materiales de desperdicio de su antigua fábrica y construyó su propia casa en Nancy (1954). Fue la demostración de que los componentes de fábrica podían ser intercambiables y que sus ideas de prefabricación eran perfectamente aplicables. Sin embargo su residencia en Nancy fue como una especie de retiro; la aceptación de que un artesano imaginativo y emprendedor como él ya no tenía cabida en un mundo tan inestable como el de la construcción industrializada, que le había dado y quitado todo.

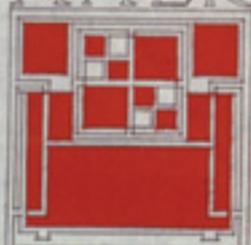
Las Case Study Houses

Estas casas experimentales pretendían dar un aire renovado a la arquitectura y suplir las necesidades de vivienda masiva una vez acabada la Segunda Guerra Mundial. Surgieron a partir de 1945 en un área muy localizada de Los Estados Unidos, en los Ángeles, California, a raíz de una iniciativa liderada por Jhon Entenza, editor de la revista Arts & Architecture en la que se convocaban concursos para realizar casas modernas de bajo presupuesto con materiales industrializados. La intención explícita de Entenza era vincular el arte, la arquitectura y la industria en la vivienda. Se realizaron alrededor de treinta proyectos para casas, no todos construidos, y aunque la iniciativa no logró producir casas en serie, sí alcanzó un avance tecnológico vinculado a la producción industrial a la par de una depurada estética de la vivienda. Algunas de las propuestas terminaron convirtiéndose en casas de culto, referentes que han influido hasta nuestros días. Muchas de las casas emplean finas estructuras metálicas, cubiertas planas, cerramientos en paneles modulares y grandes planos vidriados que relacionan los exteriores con los interiores de las viviendas. En casi todas ellas hay un gran interés por vincular la arquitectura con la naturaleza, a través de los grandes ventanales o introduciendo patios que permitieran interactuar con el agua, la vegetación o el paisaje. Aunque en principio se concibieron como viviendas económicas producidas en serie para los retornados de la guerra, estas se fueron depurando a tal punto que se convirtieron en modelos refinados, más propios para las clases sociales medias o altas.

Una de las casas más representativas es la Case Study House n.º 8, de 1950 (fig. 10). Fue diseñada por los esposos Ray y Charles Eames para su uso personal. Ambos eran arquitectos diseñadores y amigos muy cercanos de Jhon Entenza. La casa se descompone en dos volúmenes relacionados por un patio, uno de ellos es propiamente



AMERICAN MODEL J 902 PATENTS APPLIED FOR
AMERICAN SYSTEM BUILT
HOUSES DESIGNED BY
FRANK LLOYD WRIGHT
THE RICHARDS COMPANY
DROPPLETOWN, MILWAUKEE





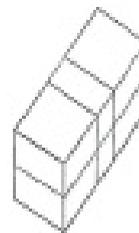
1 cellule



2 cellules



4 cellules
1 demi-cellule sans pilastre



8 cellules
2(4) cellules



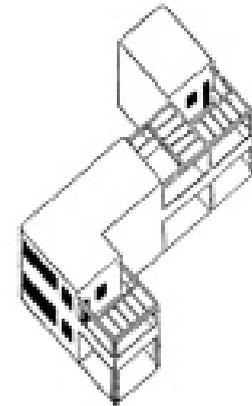
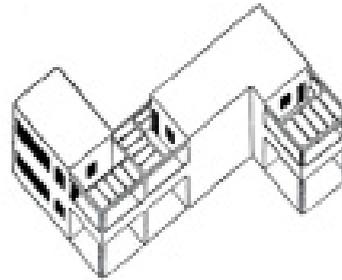
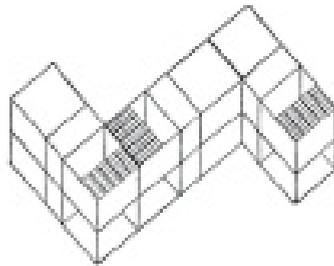
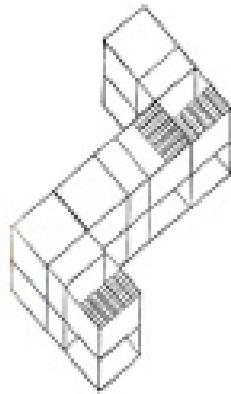
1 fenêtre



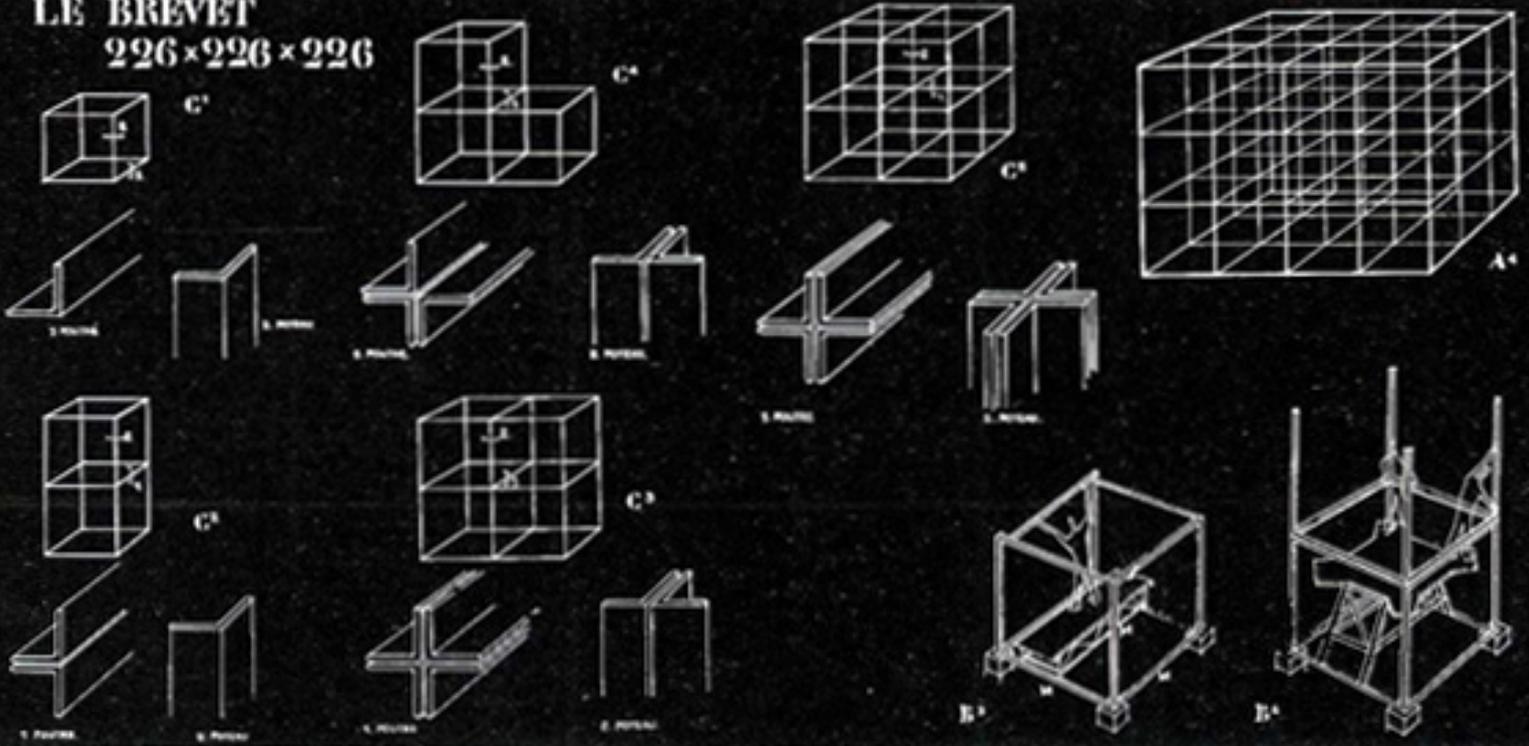
$\frac{1}{2}$ fenêtre



$\frac{1}{4}$ fenêtre



LE BREVET 226x226x226



la residencia y el otro es el taller de trabajo. Las dos edificaciones están totalmente moduladas, constan de cubiertas planas de láminas metálicas apoyadas sobre una estructura de cerchas y perfiles también metálicos, los cerramientos están elaborados con paneles contrachapados de diversos colores y planos vidriados de diferentes matices; todos los materiales son de producción industrial. El conjunto, que está precedido por una hilera de árboles, resulta un contrapunto de colores, volúmenes y planos geométricos que se mezcla con las sombras y la naturaleza más aleatoria de los árboles. El concepto de la casa puede corresponder con la imagen que se tiene de una nave industrial; es como un gran contenedor que alberga en su interior objetos, actividades y sus habitantes. A pesar de lo simple que puedan parecer los volúmenes prismáticos, los espacios interiores estaban plétóricos de objetos de diseño como lámparas, alfombras, muebles, pinturas y recuerdos que la pareja iba adquiriendo a lo largo de sus viajes.

El ingeniero y constructor estadounidense Craig Elwood diseñó y construyó varias viviendas dentro del programa de las CHS; la más relevante tal vez sea la n° 18 (fig. 11). Su gran destreza consistió en adaptar el lenguaje de la arquitectura moderna a los elementos de catálogo de producción industrial. La CHS n° 18 logra resolver la estructura en unos pórticos con una estructura tubular delgada, en la que se fijan paneles prefabricados opacos o translúcidos y una cubierta plana metálica. La rigurosa modulación y la posibilidad de intercambio de materiales permite que la casa tenga dos tratamientos diferentes: hacia el costado de la entrada tiene un aspecto privado, casi hermético, pues utiliza paneles opacos y unos cuantos translúcidos, mientras que del otro costado la residencia se abre en transparencias hacia la piscina y las vistas panorámicas de la ciudad. Esta combinatoria de cerramientos en un entramado regular de la estructura se alcanza mediante un depurado sistema constructivo. Elwood logró resolver con muy pocas piezas de producción industrial un tubo de sección cuadrada de 2 x 2 pulgadas, paneles rectangulares ligeros y pequeños perfiles angulares para fijar los paneles, todo el sistema de trabazón de la estructura y los cerramientos. Obtener unas soluciones óptimas mediante la depuración de las formas y de los materiales estandarizados es sin dudas un principio que va en beneficio del empleo racional de la materia prima y del esfuerzo humano, y es, por tanto, un principio ecológico.

Escandinavia

En algunos lugares del planeta la prefabricación de la vivienda se da de manera particular; es el caso de los países nórdicos donde surge un gran auge debido a la confluencia de varios factores como el gran déficit de vivienda tras la Segunda Guerra Mundial, el avanzado desarrollo tecnológico de los países que conforman la zona, los abundantes recursos madereros y su reconocida calidad en el diseño. El interés por la reconstrucción de la zona utilizando tecnologías in-

dustrializadas atrae a gran cantidad de arquitectos que se dedican a ofrecer soluciones rápidas, económicas y de bajo presupuesto. Uno de los casos más representativos es el del arquitecto danés Jørn Utzon, quien patentó el sistema de construcción modular denominado Expansiva (1969), que permite modificar o ampliar las viviendas (fig. 12). Utzon adopta una variedad de módulos con usos determinados: unos módulos pequeños para cocinas y baños; otros medianos para las habitaciones, y los mayores para las zonas de estar. Va combinando los módulos hasta lograr diferentes configuraciones y geometrías. El sistema Expansiva se convierte en algo así como un juego de piezas, un Lego. El sistema constaba de unos pórticos en madera laminada, con inclinación en la parte superior para dar pendiente a la cubierta; los pórticos se iban conectando unos a otros con elementos transversales, conformando los prismas estructurales. Este esqueleto se recubría de diferentes materiales y con una gran variedad de vanos.

En Finlandia, Alvar Aalto también participaría en la formulación de casas en serie con sus cabañas de madera para los trabajadores de la compañía A. Ahlström, cuyo sistema se denominaba AA-System Houses, que estuvo desarrollado a partir de sus experiencias de aprendizaje en el Massachusetts Institute of Technology (MIT), donde estuvo desarrollando una investigación para producir máxima flexibilidad a partir de piezas estandarizadas, la cual pudo desarrollar más ampliamente a su regreso a Finlandia. Aunque Aalto no pudo aplicar sus investigaciones a gran escala, sí dejó las bases para que algunos de sus amigos y colaboradores pudieran continuar esta labor, como es el caso de Sven Markelius, arquitecto sueco perteneciente a los CIAM, encargado por su gobierno de la comisión de estandarización, para quien la vivienda no debería ser la estandarización de la vivienda misma, sino la de sus partes, con lo cual continuaba con la idea de obtener una variedad en el conjunto a partir de la uniformidad de partes industrializadas:

Markelius had developed the principle that mass production of houses should be based on standardized parts, not standardized houses, While the latter scenario could very all lead to 'unsuitable uniformity and dreary similarity', a system of parts would allow greater variety and scope of design. (Bergdoll y Christensen, p. 29)

En 1968, del trabajo conjunto entre Kristian Gullichsen y Juhani Pallasmaa, surge una propuesta para una vivienda de verano con la intención de que se pudiera fabricar en serie, construida a partir de un sistema que se conoce como Modulli (fig. 13).⁵ El sistema está totalmente modulado en relación a un cubo de 2,25 x 2,25 m. Todas las piezas del sistema, salvo los elementos de conexión metálicos, son

⁵ Gullichsen estuvo muy influenciado por Alvar Aalto, primero porque vivió desde su infancia en la Villa Mairea, la residencia que Aalto había diseñado para la familia Gullichsen, y luego por que el joven estuvo como aprendiz en el taller del arquitecto. Seguramente allí conoció de cerca el sistema modular AA System

de madera. Se compone de pilares de sección cuadrada de unos 9 cm, con muescas a los costados para albergar los elementos metálicos de fijación, a los que se pueden anclar las vigas por sus cuatro costados, de tal manera que se arma una retícula de cubos. La estructura reticular se apoya sobre elementos metálicos regulables en altura, que se anclan sobre unos dados de hormigón, que hacen las veces de cimentación. El cerramiento se realiza mediante paneles estandarizados de 75 x 225 cm y de diversos materiales como cristal, madera, rejillas, etc., que se colocan dependiendo de las necesidades interiores de la vivienda. La cubierta es plana y contiene una capa de aislamiento térmico. Se trata de un sistema con reconocidas ventajas, ya que está totalmente modulado a escala humana y ofrece una gran flexibilidad, pues tiene posibilidades de adaptación y crecimiento. La diversidad que se puede lograr utilizando componentes estandarizados también puede considerarse como un aspecto relativo a la ecología, pues con muy pocos componentes se logra una gran pluralidad en las formas, que se pueden adaptar a los gustos y necesidades de los usuarios. Esto puede interpretarse como el rescate de la individualidad de los usuarios dentro de una comunidad.

Los sesenta y setenta

Después de la primera fase de la arquitectura moderna, en los años sesenta se da una nueva búsqueda en la arquitectura entendida como sistema. Para los arquitectos de la alta modernidad, la coordinación modular fue como una búsqueda filosófica de una técnica de ingeniería. En estos años el término "sistema" o "cibernética" invadió la visión de los arquitectos, y la idea de que la maquinaria y la electrónica pudieran ser orgánicas fue ampliamente aceptada. Hablamos ahora ya no de objetos delimitados y terminados sino de un tipo de arquitectura orgánica que se presta más para el crecimiento y la variación. Un claro ejemplo de ello es el Conjunto de viviendas Habitat '67 para la Feria Exposición de Montreal, obra del arquitecto Moshe Safdi (fig. 14), que consta de unos módulos prefabricados de hormigón que se sobrepone unos sobre otros creando un llamativo conglomerado de volúmenes y transparencias.

Al respecto de ciertas posibilidades aún no explorados en la técnica edificatoria y de las posibilidades que estas pueden llegar a alcanzar, son provocadoras las propuestas presentadas por el grupo inglés Archigram, quienes formulan ciudades utópicas con mega edificios, algunos de ellos con patas extensibles que se desplazan como arañas; o la plug-in city, una ciudad en constante cambio a la que se le adaptan componentes estandarizados. El grupo estuvo influenciado por la visión futurista de Buckminster Fuller, y a la vez fue inspirador del grupo de los metabolistas japoneses, que también concebían la arquitectura y el urbanismo como estructuras flexibles que se podían adaptar como si fuesen organismos vivos. La Torre Nagakin de Kishio

Kurukawa, de 1972, es un claro ejemplo de edificio análogo a un árbol, pues consiste en un tallo central al que se acoplan unas cápsulas prefabricadas de hormigón. En el interior de las cápsulas se alberga un micro mundo, ya que cuentan con baños de resina, muebles a medida y todos los medios y adelantos tecnológicos para conectarse con el mundo exterior. Tal vez este haya sido un claro ejemplo de la idea original de Fuller de que la vivienda fuera el receptáculo a través del cual el hombre pudiera interactuar con el mundo.

A principios de los años setenta se habla de un tipo de edificación que tiene la posibilidad de un crecimiento sin límites, los llamados Mat-buildings, así bautizados por Alison Smithson en un artículo de 1974 en el que habla sobre construcciones que tienen capacidad de adaptación y crecimiento. Es de resaltar el reconocimiento que se le ha dado a un proyecto emblemático de esta índole: la Universidad libre de Berlín, obra del equipo Candilis, Josics & Woods, quienes habían trabajado con Le Corbusier en varios de sus proyectos. El proyecto ganador del concurso para la ciudad universitaria contaba con un entramado similar que permitía la extensión de las aulas y demás dependencias de la universidad, y aunque no se trataba de un proyecto de viviendas, sí marcaría un hito en la industrialización de la construcción, pues todas sus partes estaban elaboradas en fábrica: la estructura se elaboró con pilares y vigas prefabricados de hormigón, las divisiones interiores con paneles a medida y el cerramiento de elementos estandarizados recubiertos con chapas metálicas, cuyo diseño contó con la colaboración de Jean Prouvé. Otros ejemplos catalogados como Mat-buildings fueron los proyectos no construidos del Hospital de Venecia de Le Corbusier y el Orfanato municipal de Amsterdam (1955-1960) de Aldo van Eyck.

Actualidad

Recientemente, la construcción industrializada a partir de módulos se ha utilizado también para otros usos distintos al de la vivienda, como, por ejemplo, en oficinas, casetas de obra, escuelas, gimnasios, edificios de servicio, etc. Se tiende a relacionar las construcciones industrializadas con "cajas" estandarizadas, tipo contenedores, de transporte pesado y montaje rápido. Está en boga utilizar contenedores marítimos por su rapidez en el montaje, con los inconvenientes del transporte pesado y de su afán por adaptarlos a la vida doméstica, pues son estructuras concebidas para el transporte de mercancías; como ejemplo de ello está la Quick House en Norteamérica. Otras construcciones totalmente armadas en fábrica, que se transportan mediante camiones o helicópteros, son, por ejemplo, la M-house en Inglaterra; el Loftcube en Alemania, un módulo "parásito" que se descarga en la azotea de los edificios, o la Micro compact Home, un

módulo de vivienda mínimo y compacto concebido para estudiantes universitarios.

Contrario al concepto de estabilidad y permanencia de las construcciones convencionales, las construcciones modulares están asociadas con la idea de sus posibles cambios y traslados. Al respecto, han sido notorias las exposiciones *Living in Motion, design and Architecture for flexible living*, organizada por el Vitra Design Museum, y la exposición *Home Delivery*, realizada por el MOMA de Nueva York, en 2008.⁶



En el nuevo milenio se abren novedosas perspectivas para la vivienda industrializada. Recientemente han surgido numerosas iniciativas y divulgaciones que nos hacen pensar que las tecnologías actuales, mucho más evolucionadas que las que se tenía al comienzo de la modernidad, nos permitirían alcanzar el tan anhelado sueño de la vivienda en serie. En el libro *Refabricating Architecture*, Stephen Kieran y James Timberlake sostienen que la fabricación en serie de la vivienda durante el siglo XX fue un continuo fracaso, que atribuyen a una serie de limitaciones como la estandarización, el cansancio y la monotonía que esta puede producir, o las limitaciones en los componentes y los procesos productivos. Sin embargo, los autores explican que hoy día se tienen los medios y la tecnología para superar dichas dificultades. A diferencia de la estandarización, actualmente se habla de customización, es decir conseguir variedad a partir de la uniformidad en las partes y los procesos, de tal manera que se puedan satisfacer las necesidades propias de cada individuo. Se habla de tomar como

modelos de aprendizaje el mundo de la automoción y la aviación —la máquina sigue siendo un modelo para tener en cuenta en la aplicación de soluciones de vivienda—.

En 2008 el MOMA de Nueva York abrió una exposición denominada *Home Delivery* en la que se hizo una recopilación de los ejemplos más importantes de la vivienda industrializada (fig. 15). De manera paralela al evento se construyeron unos cuantos prototipos de vivienda industrializada en el solar contiguo al museo —y en el que cincuenta años atrás Marcel Breuer había montado una propuesta de vivienda prefabricada—. Las actuales circunstancias del mundo nos hacen pensar en la necesidad de construir un ingente número de viviendas que cuide los recursos naturales para procesarlos y emplearlos de manera eficiente, ya que las nuevas tecnologías nos permiten implementar los procesos necesarios para alcanzar la fabricación industrial de la vivienda de manera intensiva, sin renunciar a la individualidad de los usuarios; es preciso nivelar la industria de la construcción con otros campos análogos de la producción industrial, puesto que la vivienda debe ser en definitiva esa herramienta que permita relacionar al hombre con el mundo. Por todo ello debemos pensar que el sueño de la modernidad de lograr a plenitud la vivienda industrializada, aún se puede y se debe realizar.

Bibliografía

Cobbers Arnt y Jhan Oliver (2010) *Frefab Houses*, Los Ángeles, Ed. Taschen

Gilber, Helbert (1984) *The Dream of the Factory-Made House: Walter Gropius and Konrad Wachsmann*, The MIT Press

Le Corbusier, Ch.-E. (1923) *Vers une architecture* [Hacia una arquitectura], Paris, Cres

Monografía dedicada a Buckminster Fuller (2010) *Revista AV*, 143

Koenig, Gloria (2005) *Eames*, Taschen

Peters, Nils (2005) *Prouvé*, Taschen

Bergdoll, Barry y Christensen, Peter (2008) *Home Delivery, Fabricating the modern Dwelling*, NY, MOMA

Echevarría M., Pilar, *Arquitectura portátil, —entornos impredecibles—*, Barcelona, Estructures

Gili Galfetti, Gustau (2002) *Casas Refugio*, Barcelona, GG

⁶ También se debe hacer alusión a un gran número de publicaciones recientes sobre el tema, entre las que reseñamos: Pilar Echevarría M., *Arquitectura portátil, —entornos impredecibles—*, Estructures, Barcelona; Gili Galfetti, Gustau, *Casas Refugio*, GG, Barcelona, 2002, y los artículos de internet “Hogares microflexibles” <www.flylosophy.com/archives/flexibles/_8_news.htm> y “La increíble casa menguante” en <www.flylosophy.com/archives/casas_3_news.htm>

