

ANTECEDENTES DE LA CONSTRUCCIÓN MODULAR DE VIVIENDAS Y SU IMPACTO MEDIOAMBIENTAL A NIVEL GLOBAL

Autor/es:

Laura Subieta Pamela

Filiación:

Facultad de Arquitectura y Ciencias del Hábitat

Resumen

En el presente artículo de reflexión se ha efectuado la indagación documental acerca del origen, desarrollo y tendencias en torno a la construcción modular de viviendas, así como de las distintas implicaciones que surgen a partir de esta nueva alternativa de solución a la problemática habitacional a nivel global.

Se tiene en principio una exploración de la información relevante a propósito de los orígenes de las edificaciones prefabricadas, en diversos contextos, encontrando aspectos coincidentes en el surgimiento de la modulación como premisa en el diseño de viviendas por una parte en el continente europeo, donde se origina en el periodo posguerra, con las consecuentes innovaciones Norteamérica, y la creciente exploración de esta tendencia en América Latina.

Asimismo, se tiene en cuenta las políticas a nivel global sobre las necesidades habitacionales en las sociedades y que fueron asentados en documentos notables tales como: “La Declaración Universal de los Derechos Humanos”, “El Derecho a la Vivienda” y “El Derecho a la Ciudad”, promoviendo la responsabilidad de los Estados en la adopción de políticas de fomento a la vivienda digna de sus habitantes.

En lo relativo a las dinámicas urbanas, se observa que éstas se encuentran en directa relación a las transformaciones del núcleo familiar, a sus necesidades de habitabilidad, de empleo y economía, por tanto, exigen una resolución del espacio de manera eficiente y flexible, promoviendo el uso de estructuras compactas que reduzcan el coste, tiempo y el impacto ambiental todo ello sin menoscabo del confort del usuario.

Introducción

La construcción de edificios de toda índole ha significado un desafío para los profesionales del diseño en todos los contextos, siendo en la actualidad aún un extenso terreno de innovación tecnológica, no obstante, no siempre las nuevas tendencias de vanguardia han podido ganar terreno ante los sistemas tradicionales, se entiende entonces que el proceso de consolidación de un nuevo sistema de construcción no solamente está relacionado con el avance de investigación científica o en el descubrimiento de nuevos materiales o sistemas estructurales y el desarrollo tecnológico, sino que también se encuentra en estrecha relación con las demandas de la sociedad y la aceptación que puedan tener sus habitantes a un cambio, especialmente si éste conlleva un coste adicional a los sistemas comúnmente empleados.

La exploración de los sistemas modulares de construcción mediante la revisión bibliográfica reciente permitirá el establecimiento de su impacto a nivel global y las repercusiones medioambientales que ha tenido en los últimos años, puesto que la tendencia global es la eficiencia en diversas formas, incluyendo la eficiencia del espacio urbano y arquitectónico.

Contexto

Evolución histórica del sistema de construcción modular

Uno de los pioneros del sistema de viviendas modulares fue el arquitecto estadounidense Edward T. Potter, quien concibió la vivienda como una estancia portátil adaptada para uso independiente sin pérdida de espacio y que además pueda ser capaz de combinarse entre sí. (Gómez, 2009)

Como bien ratifica (Sarmiento, 2017) los comienzos de la industrialización se dieron en Norteamérica en el siglo XVIII, especialmente impulsado por Augustine Taylor el inventor del sistema Ballon Frame. Posteriormente Frank Lloyd Wright con el sistema que llamó The American System-Built Houses, quien además propuso variaciones al diseño estándar de viviendas de manera que sean personalizados, pero además permitieran reducir el tiempo de construcción y costos de trabajo.

En los años 30, 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. La vivienda económica representaba para él la posibilidad de que la gente pobre accediera a la vivienda y la oportunidad de expresar la individualidad en medio de una democracia. (Sarmiento, 2017)

En cuanto al continente europeo, los orígenes de la vivienda industrializada se dieron con el arquitecto Viollet-le-Duc a mediados del siglo XIX quien ya llegó a utilizar estructuras metálicas. Posteriormente el paisajista Joseph Paxton quien diseño y construyó el prototipo de un invernadero a partir de una estructura metálica con cerramientos acristalados y lo presentó en la feria de Londres en 1851 luego éste pasó a ser conocido como el Crystal Palace.(Sarmiento, 2017)

Se puede visualizar que las razones para incursionar en las viviendas modulares, industrializadas y prefabricadas en diversos contextos, surgieron como alternativas ante problemáticas similares, esto es, la dotación de viviendas masificadas, sin embargo, en Norteamérica la tendencia fue en la innovación más práctica que estética, en tanto que en Europa todavía se le daba gran importancia al diseño artístico que podría llegar a ser materializado gracias a los nuevos avances tecnológicos para forjar el acero y la fabricación del vidrio, salvo en los países donde la tendencia se dio lugar como una respuesta emergente a los daños causados por conflictos bélicos.

Algo que se puede constatar a través de innovaciones de representantes de arquitectura que alcanzaron renombre a nivel mundial como ser: Le Corbusier y las casas en serie, Walter Gropius y Konrad Wachsmann con las Packaged Houses, Fuller y las Dymaxion Houses y otros más. Cabe mencionar que los países nórdicos la dinámica de la construcción prefabricada surgió tras la Segunda Guerra Mundial como consecuencia de la demanda de soluciones prácticas y de bajo presupuesto, en el año 1969 fue el arquitecto danés Jorn Utzon quien patentó el sistema de construcción modular denominado “Expansiva” que buscaba generar una opción que permitiera combinar módulos para lograr viviendas funcionales, le siguieron Alvar Aalto con las AA- System Houses, luego Kristian Gullichsen y Juhani Pallasmaa con un sistema conocido como Modulli. (Sarmiento, 2017)

En Latinoamérica se tienen precedentes de investigaciones en la búsqueda de eficiencia en la ocupación del suelo y sugiere la construcción de viviendas en altura con estructura metálica.

La estrategia de densificar para ocupar menos suelo de alto valor ecológico y de biodiversidad implica un desarrollo de vivienda en altura, determinando comúnmente condiciones definitivas en el tamaño de las mismas; si a lo anterior adicionamos la escasez de recursos y el alto déficit de soluciones de vivienda social, los resultados son unidades habitacionales definitivas muy pequeñas para sostener la evolución y crecimiento de una familia con sus necesidades y aspiraciones básicas. (Romero y Rojas, 2018)

Conceptos

Necesidades emergentes de habitabilidad en la sociedad

Una de las continuas demandas de la sociedad es la del acceso a la vivienda, y dado que el Estado es la entidad que debería promover políticas de fomento a la vivienda propia, es que se tienen algunas experiencias documentadas en diversos contextos que constituyen en buenos referentes para el presente análisis.

La unidad habitacional es un tema importante de análisis específicamente las viviendas de interés social, la cual representa un cierto nivel de complejidad para el diseñador, puesto que, es menester que se balanceen varios factores sensibles dentro de la concepción de vivienda, por un lado dar respuesta adecuada al confort mediante espacios para la realización de actividades propias del hogar y por el otro el tema de la economía del usuario, entonces se puede hablar de un concepto denominado “la economía espacial” y desde luego surgen tendencias para evaluar la calidad de las viviendas con dependencias mínimas o básicas, (Pérez Pérez, 2016) hace referencia directa al tema en su estudio de “El Diseño de la Vivienda de Interés Social, en Bogotá”:

Algunos países de la región ya incorporan en sus políticas de vivienda el concepto de la calidad de vida, como es el caso de Bolivia (Jiménez y Terceros, 2009) y Chile, y diversos autores involucran a la problemática habitacional de los más necesitados, conceptos como “calidad”, “habitabilidad” o “satisfacción residencial” (De la Puente, Muñoz y Torres, 1990; González, 1997; Hidalgo y Saldías, 1998; Tarchópulos y Ceballos, 2003; Saldarriaga, 2003; Leva, 2005), entre otros; estas propuestas coinciden en la importancia de incluir conscientemente a los usuarios para evaluar las necesidades por satisfacer en la vivienda y su entorno. (Pérez Pérez, 2016)

Tomando en cuenta que está establecido en la política a nivel global la búsqueda de la satisfacción de dicha necesidad básica de la humanidad acordada entre Estados parte, se tienen:

Tabla 1.

Políticas sobre dotación de vivienda a nivel global

MARCO	EVENTO	DOCUMENTO
Derecho a techo en condiciones de salubridad	- Ginebra 1948	Declaración Universal de los Derechos Humanos
Derecho a una vivienda digna en asentamientos humanos sustentables	- Hábitat I: Vancouver 1976 - Hábitat II: Estambul 1996	Derecho a la vivienda
Usufructo equitativo de la ciudad dentro de principios de sustentabilidad y justicia social.	- Foro Social Mundial 2001 - Foro Mundial Urbano 2002 - Foro Mundial Urbano 2004 - Foro Social Mundial 2005 - Foro Mundial Urbano 2006 - Foro Mundial Urbano 2008	Derecho a la ciudad

Fuente: *Elaborado por el autor en base a documento de (Pérez Pérez, 2016)*

La densificación de la ciudad, el núcleo familiar y el acceso a vivienda mínima

Por lo expuesto anteriormente queda establecido el derecho al acceso a vivienda el cual representa una política de Estado a nivel global, en tanto aflora la necesidad de resolver los espacios habitacionales cada vez en menor superficie, puesto que las ciudades se densifican y por lo tanto se dispone de áreas urbanas cada vez más compactas, aquello sumado a las tendencias de nuevas dinámicas sociales, conlleva a la consideración de nuevas formas de organización al interior de las residencias.

El análisis sociológico identifica que las estructuras de la sociedad son cambiantes, la composición de la familia (el número y de roles de sus miembros) es diferente, el papel de la mujer ha cambiado, lo cual deja ver que existen necesidades diferentes a las de la antigua forma familiar. Por ello, la vivienda debe cambiar y responder a estas nuevas formas de unión familiar. (Correa Orozco, 2018)

La vivienda para el mínimo modo de vida tomaría auge como solución a los problemas habitacionales de las clases con menos recursos en la Europa de posguerra. lo cual tiene repercusión directa en el diseño arquitectónico, esta vez marcado más por una tendencia al racionalismo formal y el funcionalismo, simplificando la geometría en aras de obtener el mayor provecho del espacio disponible. Mientras que, en Latinoamérica, el concepto de vivienda mínima se debió a la masividad, pobreza extrema, urbanización de las ciudades, que coincidentemente se daría en el periodo de posguerra. (Correa Orozco, 2018)

Reflexión

Desarrollo y aplicabilidad del sistema de construcción modular

Existen antecedentes a cerca de la modalidad de arquitectura prefabricada indicando sus virtudes en comparación con las construcciones tradicionales, puesto que puede llegar a ser industrializada, obteniendo alta precisión y previsibilidad, además de optimizar el periodo de construcción.

Prefabricated architecture has advantages over traditional constructions due to the benefits of industrialization—high precision and predictability, short construction periods (Modular Building Institute, 2011) as well as increased quality control (Smith, 2011). [La arquitectura prefabricada tiene ventajas sobre las construcciones tradicionales debido a los beneficios de la industrialización: alta precisión y previsibilidad, períodos de construcción cortos (Modular Building Institute, 2011) así como un mayor control de calidad (Smith, 2011).] (Teribele y Turkienicz, 2019)

Otra de las virtudes de las que se habla en referencia a las viviendas modulares, es el empleo de estructuras recicladas, tal es el caso de los contenedores marítimos o “*containers*”.

Está muy en boga utilizar contenedores marítimos por su rapidez en el montaje, con los inconvenientes del transporte pesado y de que hay que adaptarlos a la vida doméstica, pues son estructuras más concebidas para el transporte de mercancías; como ejemplo de ello está la Quick House en Norteamérica. (Sarmiento, 2017)

Figura 1.

Perspectiva de apartamento modular



Fuente: Planos de casas (2024)

Figura 2.

Vista de planta de apartamento modular



Fuente: Planos de casas (2024)

No obstante, también se conocen los efectos de la industrialización o fabricación en serie, llegando a producir un fenómeno de repetición y “despersonalización” de los diseños, puesto que están sujetos a los estándares de fabricación y no a las particularidades de cada usuario.

Ahora la construcción industrializada con módulos se utiliza también para otros usos distintos al de la vivienda, como por ejemplo en oficinas, casetas de obra, escuelas, gimnasios y edificios de servicio, entre otros. Se tiende a relacionar las construcciones industrializadas con “cajas” estandarizadas, tipo contenedores, de transporte pesado y montaje rápido. (Sarmiento, 2017)

Ante las limitantes de diseño de los contenedores también han surgido corrientes de diseño modular en acero, prefabricados de modo que se adecuen mejor al uso habitacional, ejemplo:

Figura 3.

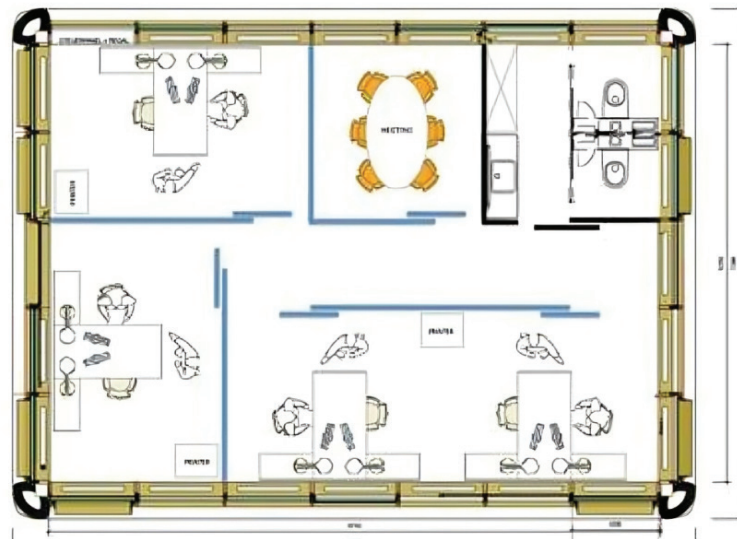
Perspectiva apartamento modular con estructura de acero “LoftCube”



Fuente: ALACERO (2024)

Figura 4.

Plano de planta de apartamento modular con estructura de acero "LoftCube"



Fuente: ALACERO (2024)

Al mismo tiempo la naturaleza de la producción industrializada de viviendas o unidades habitacionales puede promover la repetición y estandarización, lo que lleva a la ejecución de edificios similares y dificulta la personalización de un edificio. (Teribele y Turkienicz, 2019).

En cuanto a la, talvez mayor dificultad del montaje o localización de las viviendas prefabricadas se tiene el transporte, puesto que suelen ensamblarse en fábricas a diferencia de las construcciones tradicionales "in situ", y por lo tanto es un tema importante a resolver.

Otras construcciones armadas por completo en fábrica, que se transportan mediante camiones o helicópteros, son por ejemplo la M-house en Inglaterra, el Loftcube en Alemania —un módulo "parásito" se descarga en la azotea de los edificios— o la Micro Compact Home, un módulo de vivienda mínimo y compacto concebido para estudiantes universitarios. (Sarmiento, 2017)

Conclusiones

En cuanto a la evolución histórica del sistema de construcción modular, hay evidencia de sus orígenes en el continente europeo, cuya motivación principal fuera la de innovación en la solución al conflicto habitacional en la época de posguerra, en tanto que en Norteamérica la concepción de la prefabricación de módulos habitacionales obedeció más a un tema de eficiencia espacial, de presupuesto y tiempo, finalmente en Latinoamérica, el concepto de las viviendas prefabricadas aún se encuentra en exploración y experimentación mediante la creación de prototipos.

Un tema de importancia en relación a las necesidades emergentes de habitabilidad en la sociedad se ha dado en el entendido de la economización del espacio, mediante el diseño de viviendas con dimensiones mínimas, lo que ha promovido una amplia variedad de propuestas innovadoras a nivel global, nuevamente en el continente europeo y en los Estados Unidos, en cuanto al Latinoamérica aún se tiene la premisa de la construcción tradicional, aunque ya existen estudios sobre alternativas modulares, registrados en su mayoría en el país de Colombia, donde ya se han documentado experiencias de aplicación de sistemas constructivos alternativos.

Un aspecto importante de aproximación al tema de estudio es el contexto vigente, que presenta fenómenos urbanísticos y sociales, como ser: la densificación de la ciudad, cada vez más compacta, la recomposición del núcleo familiar, que cuenta con menos integrantes y el acceso a vivienda mínima que satisfaga los nuevos requerimientos de la sociedad en la actualidad. Asimismo, se tuvo un acercamiento al desarrollo y aplicabilidad del sistema de construcción modular, sus aspectos ventajosos en relación a la construcción tradicional y sus aspectos desfavorables o dificultades con las que se atraviesa en su implementación.

Para finalizar, cabe mencionar que la factibilidad de la construcción masiva para dar soluciones prácticas y económicas a través de la prefabricación de elementos constructivos representa unos de los puntos de mayor relevancia del sistema, así como el reciclaje de estructuras metálicas de contenedores

marítimos goza de gran apertura en términos medioambientales. Por otro lado, debido a las limitaciones las dimensiones que presentan los contenedores para el diseñador, hoy en día la tendencia que está ganando mayor aceptación es la creación de módulos especialmente diseñados para albergar funciones habitacionales, ofreciendo alternativas más flexibles a las diversas necesidades de la sociedad según su contexto geográfico, social y económico.

Referencias bibliográficas

ALACERO, Asociación Latinoamericana del Acero (2024) Loftcube – innovación, materiales y acero. Arquitectura + Acero. <https://arquitecturaenacero.org/uso-y-aplicaciones-del-acero/soluciones-constructivas/loftcube-innovacion-materiales-y-acero>

Correa Orozco, J. (2018). La vivienda mínima: Una revisión del desarrollo del concepto en Colombia: Minimum housing: a review of the development of the concept in Colombia. *Procesos Urbanos*, 5, 34-41. <https://doi.org/10.21892/2422085X.406>

Gómez, V. (2009). Habidite: Viviendas modulares industrializadas. *Informes de la Construcción*, 61(513), 33-46. <https://doi.org/10.3989/ic.08.035>

Pérez Pérez, A. L. (2016). El diseño de la vivienda de interés social y la satisfacción de las necesidades y expectativas del usuario. *Revista de Arquitectura*, 18(1), 67-75. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2016.18.1.7>

Planos de casas (2024) Idea de Casa Prefabricada Container DWG y PDF. <https://verplanos.com/descargar-planos-de-casa-prefabricada-container-dwg-y-pdf-gratis/>

Romero, J., y Rojas, R. (2018). Diseño de un Sistema de construcción modular en acero para vivienda social en altura. *Informador Técnico*, 82(2), 270-276. <https://doi.org/10.23850/22565035.1501>

Sarmiento, J. (2017). Vivienda industrializada: Antecedentes en el mundo y propuesta al déficit de vivienda social en Colombia. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 10(20), 79-96. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cvu10-20.viam>

Teribele, A., y Turkienicz, B. (2019). Generative model and fixing guidelines for modular volumetric architecture [Modelo generativo y directrices de fijación para la arquitectura volumétrica modular]. *Revista de La Construcción*, 17(3), 517-530. <https://doi.org/10.7764/RDLC.17.3.517>