



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA

RICHARD BUCKMINSTER FULLER.
Prototipos para la industrialización de la vivienda.

AUTOR: Lara Monfort Ballester

TUTOR: Guillermo Guimaraes Igual

Valencia, septiembre de 2015

ÍNDICE

- 1.- Presentación
- 2.- Estado de la cuestión
- 3.- Objetivos
- 4.- Metodología
- 5.- Los prototipos de vivienda de Buckminster Fuller
- 6.- Industria, diseño y vivienda en Buckminster Fuller
- 7.- Conclusiones
- 8.- Bibliografía
- 9.- Créditos fotográficos

1.- PRESENTACIÓN

*“En 1927, llegué a la conclusión de que el funcionamiento del hombre parte de una falacia fundamental. Parte de la base de que el hombre estaba abocado al fracaso, por lo que tenía que demostrar que merece vivir, así que el hombre piensa: ‘voy a demostrar que puedo ganarme la vida, los demás están destinados a morir.’ Concluí que esa es la falacia. El hombre fue diseñado para triunfar de manera extraordinaria, posee unas características magníficas. Así que lo que hacía falta era averiguar cuáles son los grandes patrones por los que se rige el universo y cómo el hombre metafísico, es decir, la mente, podía dominar lo físico. Así que pensé que mi primera gran estrategia para descubrir cómo utilizar los recursos mundiales para cubrir las necesidades de todos sería empezar por ocuparse del equipamiento para vivir.” Snyder, R. (1971-1980): *The world of Buckminster Fuller*. Master & Masterworks Productions. [Documental]*

Con estas palabras recogidas en el documental de Robert Snyder, Richard Buchminster Fuller (1895-1983), muestra su determinación de cambiar al hombre y la sociedad por medio del diseño de la vivienda. Arquitecto, ecologista, matemático, cartógrafo, filósofo, ingeniero, inventor, futurista y maestro, es uno de los pensadores norteamericanos más destacados del siglo veinte.

El trabajo se centrará en la evolución de los prototipos de vivienda que el arquitecto fue planteando a lo largo de toda su vida. El estudio pretende analizar como el contexto social, político y económico de un país se ve reflejado en el diseño y concepción de la vivienda. La industria tendrá un papel fundamental en toda su obra, partiendo de ella como motor para impulsar sus teorías. Fuller defenderá el desarrollo de la industria como instrumento para adecuar la vivienda a una nueva sociedad, reactivar el comercio y la economía.

2.- ESTADO DE LA CUESTIÓN

El trabajo y pensamiento de Buckminster Fuller, se encuentra recogido en una extensa y variada publicación de obras. Como explica el *Buckminster Fuller Institute*, *bfi.org*, la bibliografía de Fuller es extensa y muy variada. El propio autor publicó más de veinte libros, cientos de artículos y sus discursos son recogidos en miles de horas de grabaciones tanto en video como audios –muchas de estas grabaciones se digitalizaron por la Universidad de Stanford, gracias al programa de preservación de la historia *Save America's Treasures Program*. De los libros publicados de Fuller, recogidos cronológicamente en el Anexo 1, destacaremos para la realización del siguiente trabajo de investigación:

Buckminster Fuller, R. (1928). *4D Time Lock*. Publicado privadamente en Chicago, Illinois, 200 copias: Biotechnic Press, Lama Foundation, Albuquerque, New Mexico (1,000 copias). 1929, 1970, 1972.

Buckminster Fuller, R. (1938). *Nine Chains to the Moon*. J. B. Lippincott Company, Philadelphia, New York, London, Toronto 1938; republished Doubleday & Company, Inc., Garden City, New York. 1963.

Buckminster Fuller, R. (1963). *Ideas and Integritys*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 1963; Collier, Macmillan, Toronto, Canada. 1963.

Buckminster Fuller, R. (1969). *Utopia or Oblivion*. Bantam Books, New York.

Buckminster Fuller, R. (1983). *Grunch of giants*. St. Martin's Press, New York.

Fuller emplearía todos los medios disponibles para la difusión de sus ideas. Mimeógrafos, artículos en revistas, conferencias alrededor de todo el mundo, discursos en televisión. En los anexos se recoge una lista de artículos publicados del propio Buckminster Fuller a lo largo de toda su vida, así como de otros autores sobre la obra de este.

Además de sus propios escritos, numerosos autores coetáneos y también de épocas posteriores han recopilado la extensa aportación de inventos y prototipos de Fuller. En el Anexo 2, se muestra por orden cronológico de publicación la recopilación de libros que el Instituto Buckminster Fuller incluye en sus obras sobre Richard Buckminster Fuller.

De la siguiente recopilación, el presente trabajo versará principalmente sobre la información publicada en los libros de:

Banham, R. (1985). *Teoría y diseño en la primera era de la máquina*. Barcelona-Buenos Aires-México: Paidós Ibérica.

Baldwin, J. (1996). *BuckyWorks: Buckminster Fuller's ideas for today*. New York: John Wiley & Sons, cop.

Krausser, J. y Lichtenstein, C. (1999). *Your private sky: R. Buckminster Fuller: art design science*. Baden: Lars Müller Publishers.

Hays, K. M. y Miller, D. (2008). *Buckminster Fuller: starting with the universe*. New York: Whitney Museum of American Art

Neder, F. (2008). *Fuller houses. R. Buckminster Fuller's Dymaxion Dwellings and Other Domestic Adventures*. Baden: Lars Müller Publishers.

; los audio-documentales entre los que destacar el documental de Snyder, R. (1971-1980): *The world of Buckminster Fuller*. Master & Masterworks Productions. [Documental]; y artículos del propio Buckminster Fuller, así como otros artículos de otros autores publicados hasta nuestros días y que se recogen en la bibliografía del presente trabajo.

A pesar de la amplia bibliografía existente, Richard Buckminster Fuller ha permanecido en la sombra de la historia, tal vez por el fracaso de sus prototipos, tal vez por la excesiva modernidad de sus ideas, la figura de este arquitecto sigue siendo un gran enigma.

El estudio de sus prototipos de vivienda nos permite entender mejor como el contexto ha condicionado el diseño a lo largo de la historia. Fuller buscaba romper con la tradición de la vivienda. Gracias al desarrollo de industrias como la aeronáutica o la naval, la vivienda se adaptaría a las nuevas necesidades de la sociedad del siglo veintiuno. Los deseos de Fuller iban mucho más allá del objeto de la vivienda, buscaba dar solución al problema mundial de recursos. Ideas como la prefabricación, optimización de los materiales y la conciencia con el medio ambiente, fueron las bases del pensamiento de Fuller, pensamiento que sigue estando muy vigente en la arquitectura de nuestros días. De modo que, a pesar que la obra de Fuller no tuvo una respuesta física inmediata en la arquitectura de su época, con el paso de los años y la evolución de las tecnologías, así como la introducción de nuevos materiales, han hecho posible llevar a la realidad las ideas de este autodidacta visionario que pretendía ayudar a la humanidad a través de las posibilidades de la tecnología.

3.- OBJETIVOS

1. Definir una metodología de análisis aplicable a los prototipos de vivienda de Buckminster Fuller que se materializará en un catálogo que recoja los mismos.
2. Recopilar el conjunto de fuentes precedentes que han abordado el estudio de los prototipos de vivienda de Fuller, efectuando un estudio comparativo que pueda servir de referencia a futuros investigadores.
3. Definir los vínculos entre la industria del momento y los modos de entender el habitar con las soluciones propuestas por Buckminster Fuller. Del mismo modo se efectuará un análisis actualizado a partir de las condiciones actuales desde el punto de vista de la producción y de los modos de habitar.
4. Clarificar el ideario de Buckminster Fuller como precursor de una arquitectura sostenible relacionada con la vivienda.

4.- METODOLOGÍA

1.- Fase de documentación

El presente trabajo se basará en el estudio crítico de diversas fuentes primarias del propio autor, recopiladas en impresiones, documentales y audiolibros, que en el momento actual resultan accesibles desde diversos medios como pueden ser el Archivo de la Universidad de Stanford, El Instituto Buckminster Fuller o el *Buckminster Fuller Archive*.

También se efectuará el estudio del conjunto de obras monográficas, artículos, capítulos de libros a través de los fondos bibliográficos de la Universidad Politécnica, así como de la Escuela Superior de Arquitectura, y otra información de interés que pueda localizarse en la red en páginas de interés científico como el Polibuscador o fuentes más amplias como *GoogleBooks*.

Existe una amplia publicación sobre la obra de Buckminster Fuller, desde el amplio listado de libros y artículos propios, hasta toda la documentación de grabaciones que el Archivo de Stanford digitalizó facilitando su acceso. El trabajo buscará versar sobre toda esta información, permitiendo abrir nuevas vías y fuentes de investigación.

2.-Fase crítica

Se procederá a la selección de todos aquellos estudios que han abordado el análisis de los prototipos de vivienda de Buckminster Fuller como los de Krausse, J. y Lichtenstein, C. en *Your private sky. R. Buckminster Fuller. Art design Science*; Neder, F. en *Fuller Houses. R. Buckminster Fuller's Dymaxion Dwellings and other domestic Adventures*; Baldwin, J. en *Bucky Works. Buckminster Fuller's Ideas for Today*; y la revista *AV Monografías 143*, a fin de clarificar los diferentes enfoques planteados hasta el momento sobre el tema, y efectuar un trabajo de síntesis que englobe las aportaciones del conjunto.

3.-Fase de elaboración del catálogo

A fin de procesar los datos obtenidos, se digitalizarán los datos relevantes obtenidos y se recurrirá a su organización generando una base de datos materializada en tablas de *Microsoft Excel* para su posterior volcado en documentos de *Microsoft Word*. Se recopilará la documentación gráfica a partir de formatos impresos y digitales y se organizará en base a su origen, destacando la información de relevancia. La documentación planimétrica obtenida se procesará a través de programas de maquetación como *Photoshop* e *Indesign*, permitiendo su posterior clasificación e introducción al trabajo. La digitalización sintética de los datos resulta clave para poder generar en un futuro búsquedas o cálculo de estadísticas, y se considera una herramienta de trabajo, no el principal objetivo. Se trata de una investigación clásica cuya principal metodología consiste en la recopilación de fuentes de archivo.

4.-Fase de conclusiones y redacción del trabajo final

El trabajo final se elaborará con las habituales herramientas informáticas de *Microsoft Word*, *Photoshop*, *Excel* e *Indesign* dado que el resultado final se exige en un formato digital para su posterior publicación en el servicio de datos de la Universidad Politécnica.

5.- EVOLUCIÓN DE LOS PROTOTIPOS DE VIVIENDA.

“¿De qué manera podemos, en este gran contexto poner nuestra mente y experiencia al servicio de los demás para sacar el mayor provecho en el menor tiempo posible? Ése era el reto. A partir de ahí, poco a poco, comenzaron a surgir muchos diseños, porque yo me había propuesto reformar el entorno, no al hombre. Estoy convencido de que con el entorno adecuado, su comportamiento será favorable. Yo sabía que podía aplicar las técnicas que aprendí sobre la construcción de buques de guerra para hacer más con menos. Estoy convencido de que, aplicando el principio de hacer mucho con muy poco, podríamos cubrir las necesidades de todos y se acabaría el sufrimiento que hay en el mundo.” Snyder, R. (1971-1980): *The world of Buckminster Fuller*. Master & Masterworks Productions. [Documental] ⁽¹⁷⁾

5.1. Ruptura con la tradición.

▪ 4D Towers

En 1927, una serie de acontecimientos trágicos dieron un giro en la vida y el pensamiento del arquitecto y visionario Richard Buckminster Fuller. Su primera hija murió por enfermedad y el fracaso de la empresa que compartía junto al padre de su mujer le llevó a la ruina y la depresión. Fue entonces, cuando comenzó a desarrollar una serie de ideas visionarias 4D, sistemas, viviendas, vehículos, basados en el principio de la producción en serie desarrollado por Henry Ford y en la naturaleza. Ese mismo año fundó la empresa “4D”, con él como único empleado, buscaba la producción de diseños innovadores para satisfacer las nuevas necesidades de la población, es decir, la producción de un nuevo tipo de vivienda industrial. ⁽²¹⁾

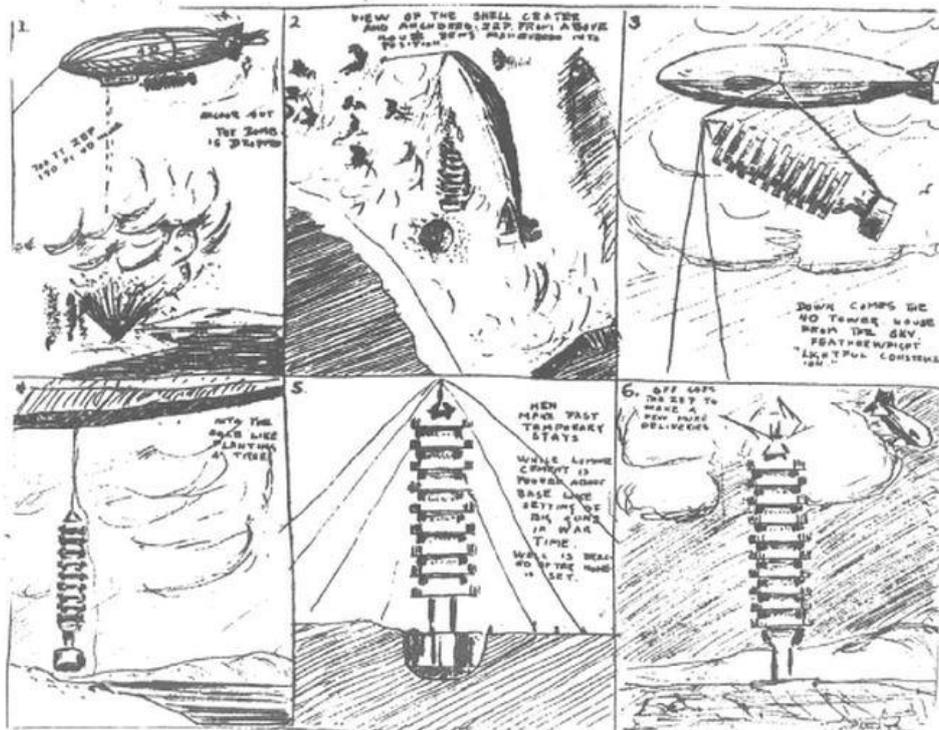


Fig. 1: Boceto implantación en el lugar de las 4D Towers mediante un Zeppelin. Buckminster Fuller, R., 1928.

Bajo estas premisas diseñó las Torres 4D, apartamentos de lujo en los que cada planta estaba destinada a una función específica. Diez pisos de planta hexagonal se superponían alrededor de un ascensor central que culminaba en cubierta con una grúa como hito. ⁽²⁾

El proyecto se inspiró en la torre de aterrizaje de las aeronaves, diseñada por primera vez durante la Primera Guerra Mundial por el Británico Barnes Willis. La construcción buscaba que todos los elementos “colgaran” desde arriba, en lugar de las tradicionales construcciones apoyadas. Construida en aluminio por su ligereza, la estructura y forma de la torre respondían a los principios de *Tensegridad*, separando los elementos en tensión de los de compresión, basándose en el funcionamiento de la rueda de alambre. El edificio se separaba una planta del suelo, dejando solo la entra del edificio por el mástil que lo cosía en su totalidad. Las viviendas principales se encontraban en la parte superior, mientras que en la primera planta una piscina reforzaba estructuralmente el edificio. El programa de la torre se desarrollaba en altura, disponiendo de gimnasio, bar, sala de estar, piscina y en la parte superior, la zona más privada de las estancias. Sus ideas sostenibles ya se hacían evidentes en este primer prototipo, donde un sistema de corrientes de aire inducidas por la presencia de los edificios permitiría la producción de energía. ⁽²⁾

En sus dibujos diferentes tipos de torres eran representadas con gran dramatismo para ayudar a visualizar al público el potencial estructural de sus edificios, en los que la estructura tomaba un papel protagonista en todo momento. Fuller, mandó realizar una serie de pruebas en túneles de viento con los que concluyó que la pérdida de calor del edificio era proporcional a la resistencia al aire que este oponía. Estos experimentos le llevaron a introducir a su prototipo un carenado aerodinámico, que envolvía la torre reduciendo al mínimo la necesidad de aislamiento. Quince años más tarde, se utilizaron estos conocimientos en el diseño del Coche Dymaxion, y posteriormente en la Casa Wichita.

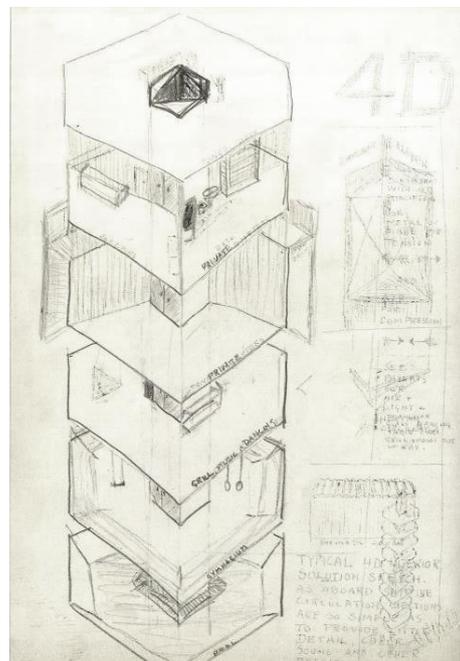


Fig. 2: Boceto solución típica del interior de las 4D Towers. Buckminster Fuller, R., 1928

Buckminster Fuller se otorgó a sí mismo el reto de solucionar el problema de la entrega de grandes estructuras por el aire. Su proyecto de las torres 4D tenía como finalidad su implantación en el polo norte. Motivo por el cual, la torre tenía que ser extremadamente ligera. Un gran zepelín – en esa época el Graf Zeppelin se paseaba por los cielos de los estados unidos- cargaría con la torre, y antes de colocarla en el suelo, dejaría caer una bomba creando un cráter. De esta manera, la Torre 4D se “plantaría” como si de un árbol se tratase. ⁽⁴⁾

La materialidad de la torre era un punto trascendental del proyecto. En sus predicciones, recogidas en el *Chronofile* –compendio de notas donde Fuller iba apuntando todas sus inquietudes- anticipaba que las aleaciones necesarias para la construcción de la torre, no estarían disponibles hasta 1952, por lo que habría que esperar veinticinco años para poder ver hecho realidad este novedoso prototipo de vivienda. A pesar de estas predicciones, las *Lightful 4D Tower* nunca llegaron a construirse. ⁽⁴⁾

Año	1928
Lugar	Hipotético, Polo Norte
Nº Prototipos	Varios
Industria / Compañía	-
¿Se construyó?	No, sólo bocetos
Motivos	Inexistencia aleaciones necesarias. Cálculos de Fuller eran para 1952
Tiempo	-
Materiales	Aluminio y vidrio.
Estructura	Estructura Tensegrity. Dos áreas de compresión que tenían estabilidad por el mínimo de doce radios tensionales
Medidas	-
Precio	-
Peso	-
Móvil	Sí, mediante zepelín
Climatización natural	-
Mástil	Sí. Permanente
Elevado del suelo	Sí. Una planta
Cubierta	Plana: Grúa
Ascensor	Sí
Forma planta	Hexagonal
Forma ventanas	Gran malla hexagonal
Volúmenes	1
nº plantas	PB + 10
nº personas	-
nº dormitorios	-
nº baños	-
nº salón-estar	-
Finalidad	Producir en masa, un nuevo tipo de casa industrial. Apartamentos de lujo con una función específica en cada planta
Bases diseño	Torre hexagonal aterrizaje aeronaves, diseñada por Barnes Wallis, durante la Primera Guerra Mundial

4D (Ligthful) Tower

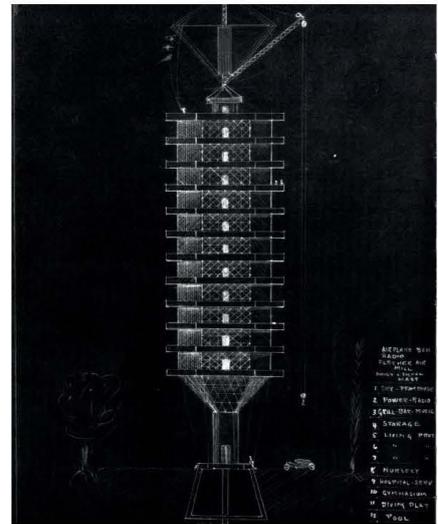


Fig. 3: Alzado 4D Tower de doce plantas. Buckminster Fuller, R., 1928

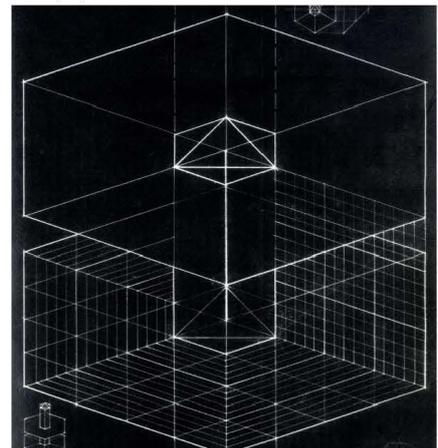


Fig. 4: Axonometría - Planta 4D Tower. Buckminster Fuller, R., 1928

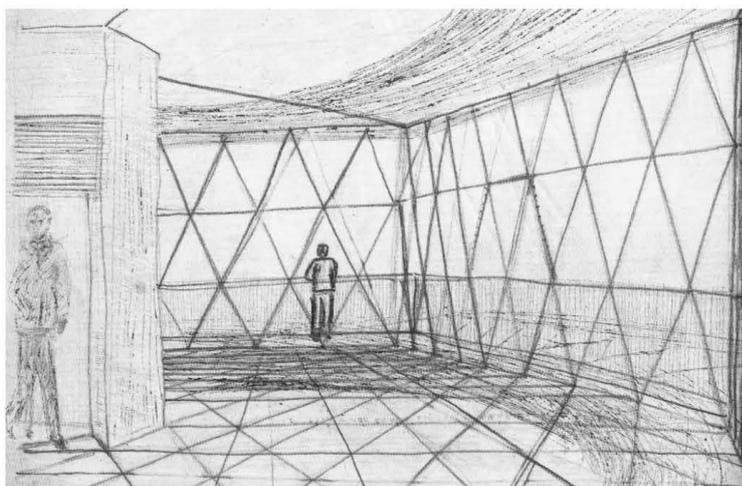


Fig. 5: Interior Espacio 4D sin particiones. Buckminster Fuller, R., 1928.

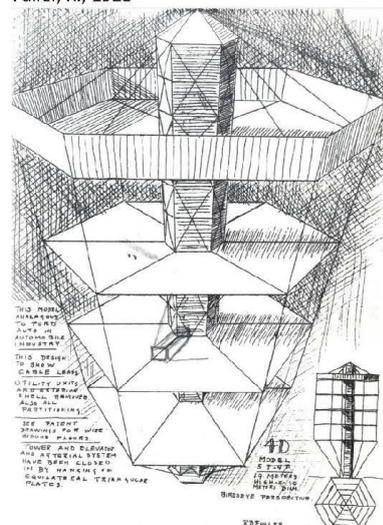


Fig. 6: Axonometría 4D Tower. Buckminster Fuller, R., 1928.

▪ 4D House

En abril de 1928, Buckminster Fuller patentó su primera casa de apariencia exterior relativamente simple y poco novedosa. La vivienda de planta ortogonal, se organizaba en dos niveles alrededor de un núcleo central donde estaban dispuestas las instalaciones. En textos posteriores, Fuller justificaría estas formas con la búsqueda de no presentar un prototipo de vivienda demasiado drástico para el momento. Como pensaba su abogado, un edificio de planta hexagonal o redonda podía resultar demasiado desconocida para ser creíble. ⁽¹⁵⁾

La vivienda 4D, nombre con se hizo conocida, no era la primera casa de aluminio patentada hasta ese momento, pero sí la que planteaba una utilización de los materiales, en este caso, del metal en su máximo potencial. ⁽²⁾

La principal novedad era la manera en que se distribuían las cargas. El peso convergía hacia el punto central de la vivienda eliminando las cargas perimetrales de las paredes exteriores que ya no tenían un papel estructural. De manera que la vivienda se apoyaba en un gran podio de planta cuadrada que se introducía algunos metros en la tierra.

La casa, de apariencia tradicional, ya incluía importantes novedades como serían, un primer prototipo de Baño Dymaxion o un sistema de ventilación natural en la cubierta. El sistema de extracción natural del aire se componía de un ventilador en la parte superior del edificio que por un sistema de presiones extraería el aire de la zona central de la vivienda.

De forma sutil, el edificio se despegaba del plano del suelo, introduciendo sólo cargas en la zona central, era en todo su conjunto un intento de construcción ligera y equilibrada.

La casa 4D, no se desarrolló en su totalidad, probablemente porque al mismo tiempo que esta se estaba planteando, una serie de ideas novedosas gestarían la que sería conocida mundialmente como la casa Dymaxion, nombrada inicialmente casa 4D. ⁽¹⁵⁾

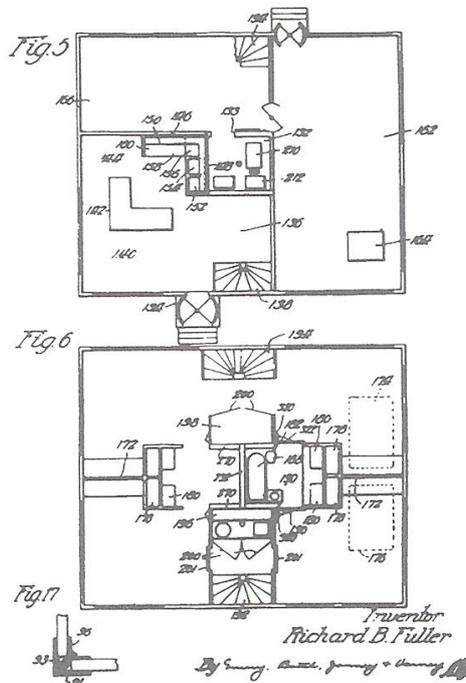


Fig. 7: Plantas patente 4D House. Hincley, empleado del estudio Russell Walcott, 1928

4D House

Año	1928
Lugar	-
Nº Prototipos	-
Industria / Compañía	-
¿Se construyó?	No
Motivos	-
Tiempo	-
Materiales	Metal
Estructura	Peso convergía en una superficie limitada en el centro de la casa, que se introduce en el plano del suelo.
Medidas	-
Precio	-
Peso	-
Móvil	-
Climatización natural	Sí
Mástil	Sí. Permanente
Elevado del suelo	Sí. 3 escalones
Cubierta	Inclinada a 4 aguas. Parte superior ventilador
Ascensor	No
Forma planta	Rectangular
Forma ventanas	Rectangulares
Volúmenes	1
nº plantas	2
nº personas	-
nº dormitorios	2
nº baños	2
nº salón-estar	-
Finalidad	Desarrollar un sistema de carga de distribución diferente a la norma. Construcción ligera y equilibrada
Bases diseño	Apariencia similar a las viviendas contemporáneas. Poco innovadora

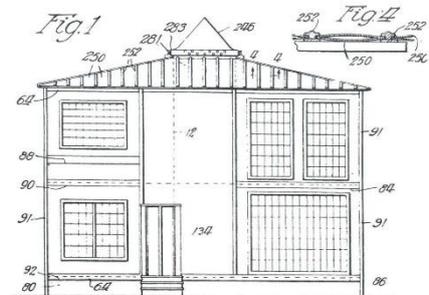


Fig. 8: Alzado 4D House, dibujos patente. Hincley, Russell Walcott Estudio, 1928

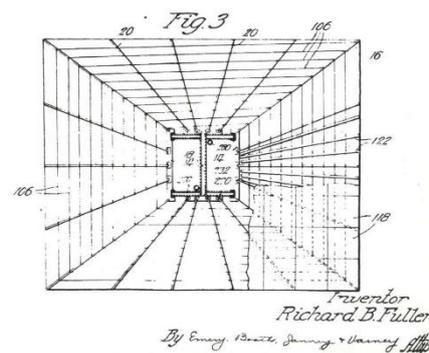


Fig. 9: Cubierta 4D House, dibujos patente. Hincley, Russell Walcott Estudio, 1928

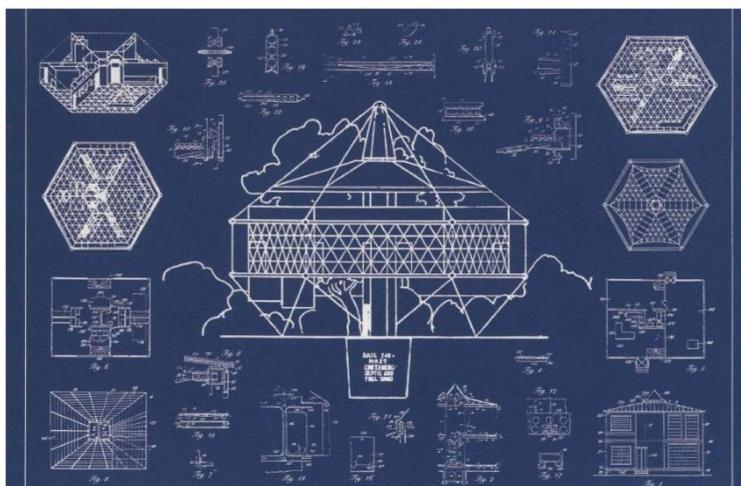


Fig. 10: Patente 4D House. Evolución prototipo. Buckminster Fuller, R., 1928.

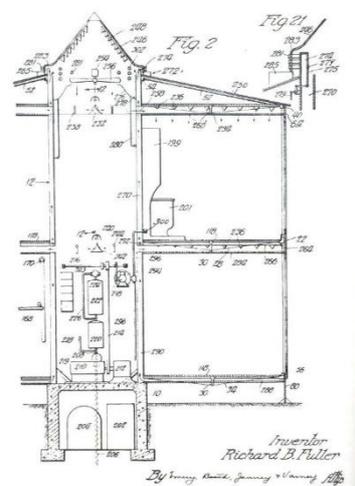


Fig. 11: Encuentro con el plano del suelo. 4D House. Buckminster Fuller, R., 1928

- *Dymaxion House*

La publicación de la Casa Dymaxion en 1929 hizo que Fuller se convirtiera en un personaje famoso en la escena arquitectónica norteamericana. La vivienda que empezó a ser expuesta un año antes en los Almacenes Marshal Field, recibió ese nombre gracias a Waldo Warren –empleado encargado de nombrar los productos de la empresa-, que tras escuchar el discurso de Buckminster Fuller decidió cambiar el nombre de Casa 4D, por una combinación de sílabas tomadas aleatoriamente de la jerga de Fuller: *Dy(namic)max(imum)ion*.⁽¹⁹⁾

Inspirado por sus experiencias navales de joven en Bear Island, Maine, Fuller buscó en la Casa Dymaxion una vivienda casi en su totalidad independiente, una unidad residencial autónoma que tendría un coste económico, gracias a la producción en serie. Como la describe Wigley, M. en sus textos, era una vivienda ligera, portátil, energicamente eficiente, autoreguladora de su temperatura, desconectada de toda infraestructura colectiva gracias a sus propios sistemas de generación de energía, tratamiento de residuos y telecomunicaciones.⁽²⁰⁾

La casa destinada para el uso de cinco personas, era mucho más flexible que la propuesta anterior gracias a la simetría hexagonal de la planta, que permitía la expansión tanto radial como en distintos niveles. En el centro un gran mástil apoyaba la vivienda que se elevaba una planta del suelo, dejando un espacio destinado al aparcamiento, almacén y acceso. En la cubierta, una terraza mirador permitía la contemplación del paisaje.⁽¹²⁾

El mástil se anclaba en el suelo por su base, cerca de donde se encontraban el depósito de combustible, calefacción y generador eléctrico, la fosa séptica, las bombas y el filtro de aire. En el interior, un montacargas triangular permitía el acceso a la planta superior. Los cables se extendían desde la cubierta, definiendo la estructura tensada sobre la que se erguía la vivienda.⁽²¹⁾

Las paredes exteriores cuya única función era la de cerramiento, estaban hechas de paneles de caseína de dos espesores combinando materiales translúcidos, transparentes u opacos, y se apoyaban entre los niveles de suelo de la vivienda. Estos, al igual que todos los elementos estructurales trabajaban a tensión apoyándose en sus soportes triangulares. La vivienda tenía un control absoluto de la climatización interior. La luz, introducida a cada nivel a través del mástil central, se difuminaba a través del techo gracias a un sistema de primas, espejos y pantallas de color. El sistema arterial del mástil, permitía la conexión en cualquier punto estandarizado.⁽⁵⁾

Todos los electrodomésticos se incorporaban en las paredes y el mástil, facilitando su sustitución y solucionando el problema de la obsolescencia tecnológica. Estas “paredes de electrodomésticos Dymaxion” estarían disponibles también para la renovación de casas convencionales. Todos los elementos eran móviles, colgados desde la estructura



Fig. 12: Ilustración de la Casa Dymaxion en la revista *Fortune*, 1932

central, podían ser fácilmente cambiados de sitio o reemplazados. La vivienda, era un conjunto móvil que podía ser alquilada, desplazada y mejorada, como si de un electrodoméstico más se tratara.

Todo en la Casa Dymaxion era un desafío al concepto tradicional de vivienda, la densa estructura de tubos metálicos, la piel de paneles de madera vegetal reciclada, el pavimento esponjoso, las divisiones neumáticas, el mobiliario hinchable, el Baño Dymaxion, los armarios giratorios, las cortinas triangulares. Como dice Wigley, M en su artículo "Refugio y comunicación" para la revista *AV Monografías 143* "*habitar el edificio suponía permanecer suspendido en un denso tejido de triángulos*", ⁽²⁴⁾ ya que como explica Fuller en sus dibujos de la vivienda, el triángulo era la base del método del diseño Dymaxion que se oponía al tradicional sistema lineal. ⁽²⁰⁾

En 1930 una casa así podía obtenerse por unos 3000 dólares. El pago, basándose en el sistema empleado en los coches, podría realizarse mediante plazos. Esto sería posible gracias a la búsqueda de la industrialización en la producción de viviendas, que reduciría los costes tanto de producción como de construcción, permitiendo precios más asequibles de vivienda, como diría Fuller "hacer más con menos". ⁽²¹⁾

¿Por qué no se llegaron a producir? Según cuenta Baldwin, J en su libro *BuckyWorks: Buckminster Fuller's ideas for today*, dos fueron las razones principales. Por un lado, el diseño se había anticipado a los medios y los materiales necesarios aún no eran disponibles a precio razonable. El segundo motivo venía de la mano del primero ya que al igual que ocurría con los materiales, el precio de las herramientas también resultaba demasiado elevado. ⁽²⁾ Esto no desalentó al diseñador, quien vaticinó que "*si esta es la solución correcta o no, algo de su clase se desarrollaría*". ⁽²⁵⁾

Dymaxion House

Año	1928
Lugar	Exposición Almacenes Marshall Field, Chicago
Nº Prototipos	3
Industria / Compañía	Marshall Field
¿Se construyó?	No, sólo maquetas
Motivos	Coste elevado de la producción
Tiempo	Producción en masa y construcción, 24 horas
Materiales	Metal, materiales vegetales reciclados, plásticos (neumáticos) y vidrio.
Estructura	Tensada metálica. Mástil + triangulación de cables. Colgada
Medidas	-
Precio	3.000 dólares
Peso	3 toneladas
Móvil	Sí
Climatización natural	Sí
Mástil	Sí. Permanente
Elevado del suelo	Sí. Una planta
Cubierta	A seis aguas. Ventilador rotatorio superior
Ascensor	Sí (triangular)
Forma planta	Hexagonal
Forma ventanas	Longitudinales, a lo largo de toda la fachada
Volúmenes	1
nº plantas	PB + 1 + terraza
nº personas	5
nº dormitorios	2
nº baños	2
nº salón-estar	3: Utility room - living room - library
Finalidad	Una casa ligera prefabricable y fácilmente transportable. Misma línea 4D House
Bases diseño	Los expositores Revolve y los faros (<i>Your Private Sky</i>).

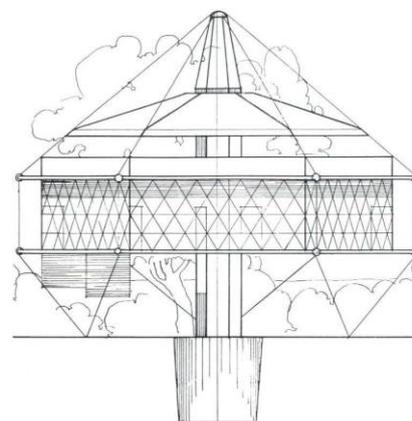


Fig. 13: Alzado Dymaxion House, fase proyecto. Buckminster Fuller, R., 1929.

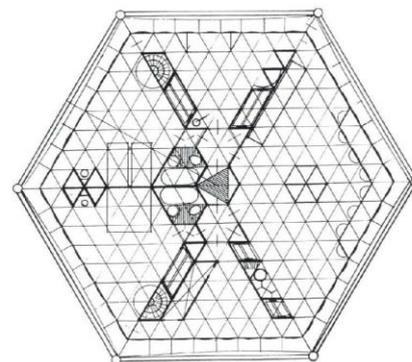


Fig. 14: Planta Dymaxion House, fase proyecto. Buckminster Fuller, R., 1929.



Fig. 15: Acuarela Dymaxion House with Dymaxion Car. Hewlett Fuller, A., 1934.

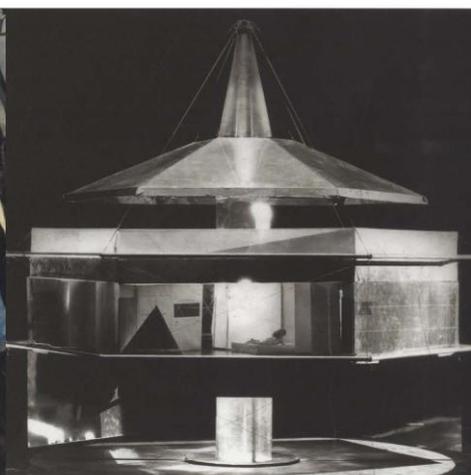


Fig. 16: Maqueta Dymaxion House. Buckminster Fuller, R., 1928.

▪ Baño Dymaxion

El cuarto de baño de una casa típica norteamericana de principios de los años treinta, era lo suficientemente pesado para requerir de un arriostramiento estructural adicional en la zona en que se disponía. Su colocación era lenta. Los azulejos creaban un conjunto de juntas y grietas dificultando la limpieza, albergando suciedad, gérmenes y enfermedades. El baño se componía de múltiples articulaciones, que al agrietarse permitían el paso del agua, creando manchas en el techo y poniendo en peligro la estructura del edificio por la pudrición de la madera. La construcción no resultaba económica y su remodelación menos aún. Cada instalación tenía que ser sondeada individualmente y las reparaciones solían causar desperfectos considerables.

Entre 1935 y 1936, Fuller consiguió un empleo en el departamento de investigación y desarrollo de *Phelps-Dodge Corporation*, una empresa dedicada a la industria de la minería y el metal, permitiéndole desarrollar su prototipo de baño, el Baño Dymaxion. Se componía de cuatro piezas de metal prensado, producido industrialmente, tenía como finalidad poder montarse y desmontarse con la mayor facilidad posible. ⁽²⁾

Trece prototipos llegaron a fabricarse siguiendo los principios de compartimentación que recogían sus casas Dymaxion. Con ellos Fuller pretendía diseñar una unidad de baño interior independiente, permitiendo proporcionar baños a las personas de mediana y baja clase. En ese momento, solamente la clase alta disponía de baños en el interior de sus casas, en los medios rurales las instalaciones sanitarias eran todavía letrinas tradicionales, mientras que en los edificios de apartamentos un solo baño era compartido por varias familias. De manera que el Baño Dymaxion podía dar esa independencia a sus clientes gracias a la facilidad que tenía para ser instalado o desinstalado en apenas unas horas. ⁽⁹⁾

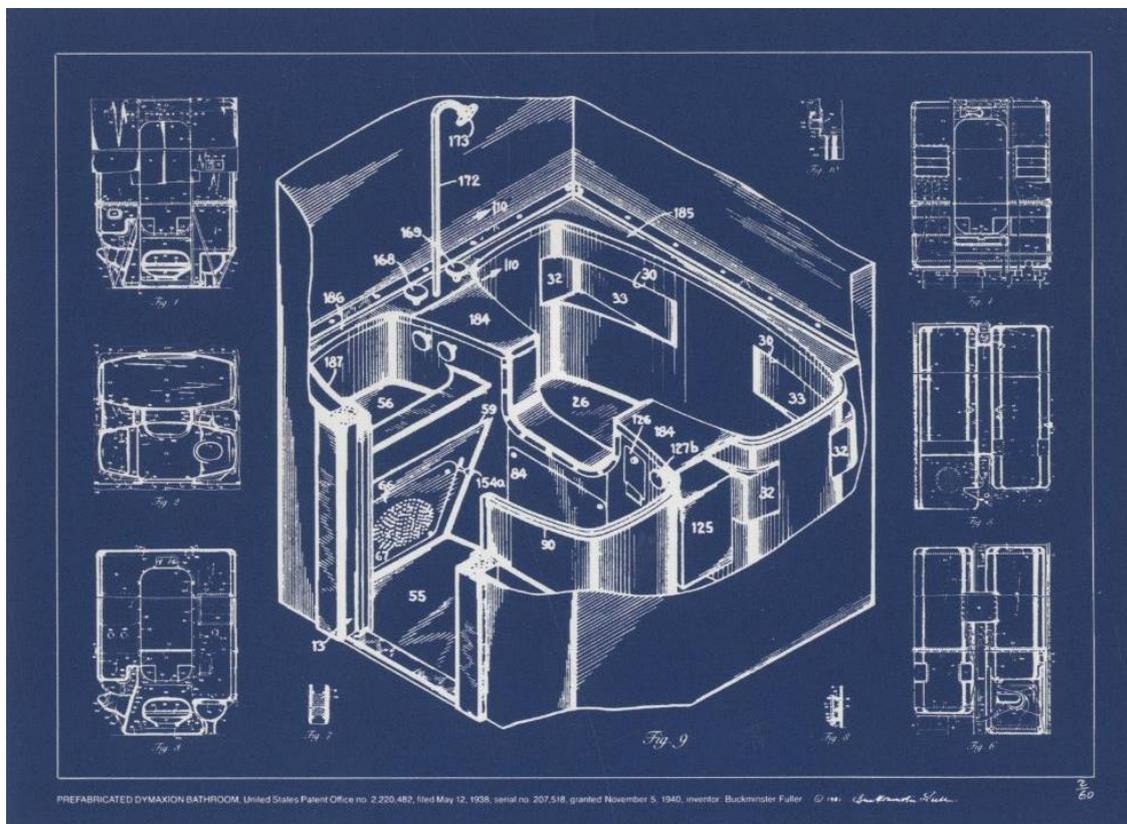


Fig. 17: Patente Baño Dymaxion. Buckminster Fuller, R., 1938

La unidad entera ocupaba una superficie de cinco por cinco pies, pesaba 250 libras, el peso que tendría una bañera convencional de la época, y podía ser fabricada industrialmente por un precio aproximado de tres cientos dólares. El baño fue nombrado en primer lugar “Cinco por Cinco” por el espacio que ocupaba, aunque más adelante pasó a llamarse Baño Dymaxion.⁽²²⁾

La gama de lugares en el que se podía emplear era amplia, desde hoteles, aviones, remolques, trenes, hasta la pequeña vivienda. Se componía básicamente de dos secciones rectangulares unidas entre ellas, ocultando las tuberías y accesorios mecánicos empleados. Las secciones estaban divididas por la mitad, siendo la parte superior de aluminio y la inferior, de cobre revestido con una aleación de plata, estaño y antimonio. La parte inferior se componía a su vez de dos unidades, por un lado se encontraban el lavabo e el inodoro, mientras que en la otra parte, estaba la bañera de fondo plano.

La instalación podía ser fácilmente manejada por dos hombres y terminada en un periodo de tres horas. Todas las tuberías se encontraban ya integradas en la unidad a excepción de una pequeña cantidad. Además el baño, disponía de conexiones eléctricas y ventilación. Una persiana veneciana permitía dotar de privacidad al baño, evitando a la vez la fuga de vapor de agua. Las formas de la bañera facilitaban su rápida limpieza.⁽²²⁾



Fig. 18: Interior modelo a escala real del Baño Dymaxion. Hoffman, B. 1937

Toda la fontanería había sido diseñada gracias a la ayuda de un maestro fontanero local. Debajo de las superficies de metal dispuestas en la base un sistema Dum-dum las cubría, amortiguando el sonido del metal. Las puertas empleadas en la unidad eran correderas, reduciendo al mínimo el espacio ocupado. En el trasdós de la unidad, un sistema de calefacción eléctrica calentaba el metal irradiando calor al usuario del baño. Paneles desmontables facilitaban el acceso a la fontanería, arreglando los posibles fallos en las conexiones del lavabo, bañera o inodoro. ⁽³⁾

Estaba construido en su totalidad por metal, aunque Fuller explicó que seguramente sería más eficiente su producción en un material plástico ligero, avanzándose a los acontecimientos que más adelante sucederían. Ya que en 1950, una empresa alemana fabricó un modelo muy similar en fibra de vidrio.

Las cuatro piezas estampadas de chapa o plástico, eran lo suficientemente pequeñas y ligeras para poder ser llevadas por dos hombres, por escaleras o a través de puertas de dimensiones estándares. Motivo por el cual facilitaba considerablemente la instalación, reduciendo los posibles desperfectos y permitiendo su futura instalación en edificios antiguos. ⁽²⁾

El lavabo, pre-sondeado, la ducha o la bañera, constituían una parte integrante del módulo. Todas las esquinas y bordes estaban redondeadas, facilitando la limpieza del conjunto. Las tiras eléctricas de las paredes mantenían la estancia caliente, mientras que el vapor y los humos desagradables se eliminaban a través de unas aperturas dispuestas debajo del lavabo. El espejo estaba colocado en la puerta, impidiendo su posible condensación, además, la posibilidad de instalar el sistema *Packaging*, permitiría disponer de un baño libre de olores y seco. ⁽³⁾



Fig. 19: Exterior modelo a escala real del Baño Dymaxion. Fotografía de Hoffmann, B., 1937



Fig. 20: Sistema ventilación Baño Dymaxion. Fotografía de Hoffmann, B., 1937

La instalación, se compartimentaba en dos partes, por un lado estaba la bañera-ducha, mientras que por el otro se encontraban las tuberías del lavabo y del retrete. Esta separación, permitía la utilización del baño por varias personas al mismo tiempo. La bañera, era lo suficientemente profunda para fines terapéuticos y su altura, facilitaba la limpieza, así como el baño de los niños. Un desagüe en el suelo evitaría posibles inundaciones en caso de cualquier fuga o desperfecto.

Se produjo una decena de ejemplares, exponiéndose uno de ellos en el Museo de Arte Moderno de Nueva York en 1939, pero al igual que sucedió con el Coche Dymaxion, el baño nunca llegó a comercializarse. ⁽⁷⁾

A pesar de las iniciativas de abarcar un amplio mercado destinando su producto al público de baja y media clase, y la búsqueda en la industrialización para realizar el baño de la manera más económica posible, el prototipo no llegó a la producción industrial. La mayoría de los baños fabricados vendidos a particulares requerían de una instalación manual y su precio era considerablemente más elevado al estimado por Fuller en sus predicciones, convirtiéndolos en productos poco económicos. ⁽⁹⁾

La Segunda Guerra Mundial interrumpió el desarrollo del Baño Dymaxion. Tras su finalización, el auge de la vivienda en la época de posguerra debería haber impulsado su mercado, pero los jóvenes veteranos de guerra y sus esposas buscaban en sus hogares los “modernos” baños que la publicidad anunciaba. Baños que se alejaban del minimalismo ofrecido por el prototipo de Fuller y que pretendían crear un símbolo en contra de la miseria que se vivía en ese momento. El Baño Dymaxion fue patentado, y la empresa aeronáutica copiaría posteriormente su diseño para el planteamiento de sus aseos. Además, moteles de todo el mundo utilizarían la pieza de la bañera-ducha diseñada por Fuller en un material más ligero como el plástico. De manera que, a pesar de no llevarse a cabo las ideas integras del prototipo, estas residieron en la evolución del espacio para la higiene, llegando prácticamente hasta nuestros días. ⁽²⁾

▪ *Packaging Toilets*

Una de las premisas de sus viviendas Dymaxion, era la completa autonomía. Para ello, Fuller diseñó un sistema de evacuación de residuos en el que no fuera necesaria la conexión a la red de alcantarillado y por consiguiente tampoco se empleara agua potable para su eliminación.

Trabajando con el ingeniero experimentado Bon Moore, Buckminster Fuller diseñó un embalaje higiénico que de forma sencilla y automática, sellaba los excrementos en bolsas de plástico, evitando el consumo de agua. El sistema evitaría la transmisión de enfermedades que producían los aerosoles del gas metano. La orina se detectaba y se almacenaba por separado a las heces, realizando un proceso de envasado ordenado, limpio, sanitario y sin olor.

El sistema permitía la eliminación de tuberías, tanques sépticos, campos de lixiviación o plantas de tratamiento. Con el crecimiento de la población, el sistema iría aumentando, eliminando la utilización de las instalaciones gubernamentales y sus costes.

El *Packaging Toilet* no se llegó a producir, probablemente como explica Baldwin, J. en su libro *BuckyWorks: Buckminster Fuller's ideas for today*, porque el sistema requería la creación de una empresa de recogida y utilización de los paquetes. Esto suponía la creación de relaciones comerciales antes de la creación del baño. Además, las grandes empresas que construían los sistemas de aguas residuales municipales se resistirían a la aparición de este nuevo sistema que pondría en peligro sus trabajos.

Para llevar a cabo la comercialización del producto se requería del planteamiento de una infraestructura, pero Fuller sólo estaba interesado en el diseño. El proyecto se

detuvo, aunque más adelante los astronautas desarrollaron un sistema similar en una versión modificada para la ausencia de gravedad. A pesar de no realizarse, la idea de generar un sistema que buscara dar una solución alternativa a la eliminación de residuos sigue siendo un tema de gran actualidad. ⁽²⁻⁹⁾

- *Fog Gun*

El otro gran contaminador de agua potable de los hogares era el lavado. En su etapa en la Armada, Fuller descubrió experimentalmente como la niebla impulsada con el viento mantenía limpio el buque, incluso la cara del marinero.

Siguiendo esta experiencia, en la década de 1940, Fuller desarrolló otro invento para su baño Dymaxion, el *Fog-Gun*. Un dispositivo que mezclaba un chorro de aire comprimido junto con una fina cantidad de agua atomizada permitiendo la eliminación de la suciedad tanto de los platos, la ropa o las personas, sin requerir jabón. Esto permitía limpiar la piel de una forma mucho más eficiente, reduciendo la cantidad de agua empleada en una ducha a un litro de agua. Ambos sistemas, *Packaging Toilet* y el *Fog-Gun* estaban destinados a formar parte del Baño Dymaxion, prototipo que permitiría la realización de la higiene personal de una forma más rápida, sencilla, económica y sostenible con el medio ambiente. ⁽²⁾

▪ *Dymaxion Mobile Dormitory*

“La Casa Dymaxion necesitaba un patrocinador. En los Estados Unidos, una maraña de edificios y códigos de zonificación, políticas bancarias, rivalidades intersticiales, y la Depresión hicieron que el progreso fuera lento. Pero en la totalitaria Rusia, una sola llamada de teléfono a la persona adecuada podría hacer que un proyecto sucediera rápidamente. Valió la pena probarlo”. (*26)

Con estas palabras recogidas por Baldwin, J., Buckminster Fuller explicaba los motivos de su siguiente prototipo de vivienda, el *Dymaxion Mobile Dormitory*. Diseñado en la década de los años treinta, se trataba de una unidad de vivienda destinada a los trabajadores agrícolas y de fábricas de las nuevas ciudades rusas industrializadas.

La estructura tensada presentaba en su esencia el mismo esquema tensional que el anterior prototipo de vivienda planteado, la Casa Dymaxion. Pero a diferencia de esta, estaría realizada con madera y materiales locales del lugar. El plano de la casa se configuraba por medio de una malla de cuerda de fibra, aislada con hierba compacta, se levantaba del suelo por medio de unos tableros duros de aserrín comprimido. El sistema de arrostramiento frente al viento de la estructura se basaba en los experimentos de túnel de viento realizados anteriormente para la casas 4D. (2)

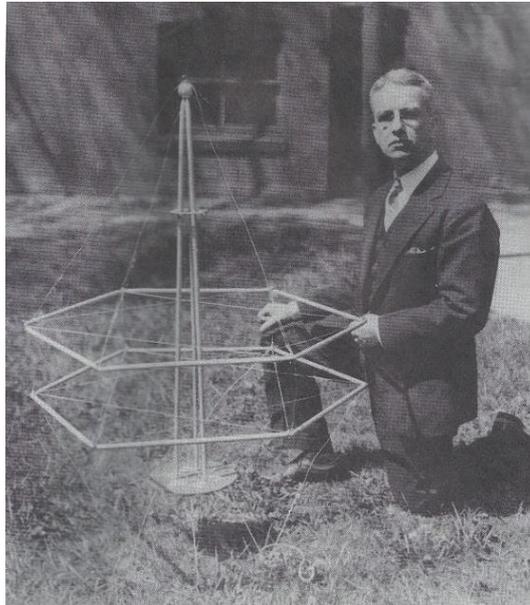


Fig. 21: Primer modelo estructura *tensegrity*. Buckminster Fuller, R.

La piel exterior del edificio se componía de paneles huecos, cubiertos de tela, y sus superficies de aluminio distribuían la luz solar que entraba por la claraboya. En la parte superior del mástil del que colgaba toda la estructura de la vivienda, un quemador de aire comprimido o queroseno blanco promocionaría luz artificial. Para ahorrar agua, la ropa, los platos o incluso las personas se limpiarían mediante el sistema *Fog Gun* – explicado anteriormente-. La vivienda estaba diseñada para que pudiera ser erguida fácilmente y transportada mediante un tractor por los trabajadores del lugar. (2)

A pesar de tratarse de un diseño que buscaba la optimización de recursos de una forma útil y sencilla, los soviéticos lo rechazaron, ya que no lo consideraban apropiado para una sociedad que luchaba por la igualdad de los trabajadores. Citando a Baldwin, J. “el *Dymaxion Mobile Dormitory* era ideal técnicamente, pero no políticamente”. (*27)

Dymaxion Mobile Dormitory (Dymaxion Shelter)

Año	1930
Lugar	Empleo, Rusia
Nº Prototipos	-
Industria / Compañía	-
¿Se construyó?	No, sólo bocetos
Motivos	Lo rechazaron los soviéticos.
Tiempo	Para ergirlo, 1 hora
Materiales	Madera y materiales locales
Estructura	Tensegrity. Similar a la Dymaxion House
Medidas	-
Precio	-
Peso	-
Móvil	Sí, arrastrable con un tractor
Climatización natural	Sí
Mástil	Sí. Permanente
Elevado del suelo	Sí
Cubierta	Casi cónica, con un ventilador giratorio en la parte superior
Ascensor	-
Forma planta	Hexagonal
Forma ventanas	Doble piel. Interior, ventanas longitudinales
Volúmenes	2: prima interior + piel/estructura exterior
nº plantas	PB + 2
nº personas	20
nº dormitorios	-
nº baños	-
nº salón-estar	-
Finalidad	Refugio para 20 trabajadores rusos de una cooperativa móvil de agricultores
Bases diseño	Mismas Dymaxion House. Modelos de estudio tensegrity

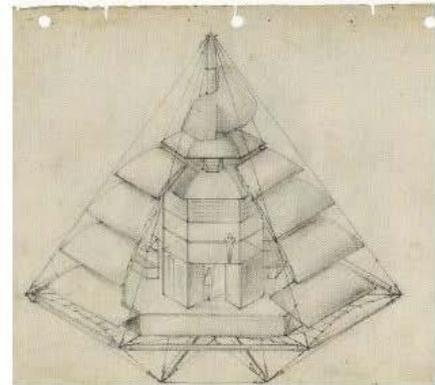


Fig. 22: Axonometría Dymaxion Mobile Dormitory. Strucutral Studies Associates, 1932.

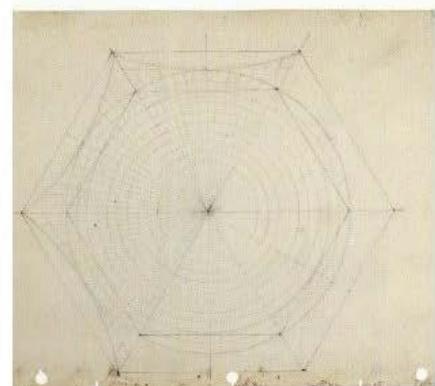


Fig. 23: Planta Dymaxion Mobile Dormitory. Strucutral Studies Associates, 1932.

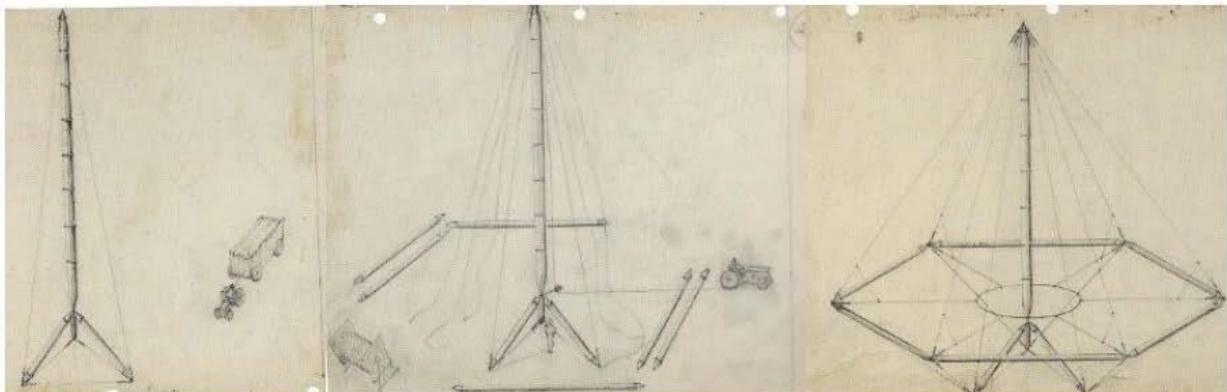


Fig. 24-25-26. Fases construcción de un Dymaxion Mobile Dormitory. Strucutral Studies Associates, 1932.

- *Dymaxion Deployment Unit*

En 1940 Fuller desarrolló el *Dymaxion Deployment Unit* (DDU), su único éxito de producción industrializada en la vivienda.

Durante un viaje de promoción junto a su amigo, el famoso escritor Christopher Morley, Buckminster Fuller visualizó la oportunidad de transformar los silos de chapa ondulada que servían para almacenamiento de cereales, en pequeñas viviendas producidas industrialmente. Las políticas agrícolas del *New Deal* habían hecho proliferar el número de estos depósitos de grano y tras el éxito con la novela *Kitty Foyle*, tal y como había prometido, Morley apoyó económicamente el proyecto de su amigo. Al presidente de *Butler Manufacturing Company* de Kansas, le gustó la idea y rápidamente se comenzó a desarrollar el proyecto. ⁽²⁾

La forma del contenedor partía de principios estáticos y económicos, ya que la chapa plegada permite crear una estructura autoportante mientras que la circunferencia es una figura geométrica que encierra una gran superficie con poco perímetro, permite el uso eficiente de los materiales. El diseño sencillo, robusto, hermético y con buena resistencia al fuego, tenía como premisa poder ser montado de una forma rápida y sencilla. Las unidades destinadas a viviendas de emergencia tenían como punto a su favor que ya estaban producidas en masa, sólo había que transformar un contenedor en vivienda habitable, para lo que no se requeriría de una gran inversión. ⁽¹²⁾

La construcción se realizaba de arriba hacia abajo, elevando la cubierta por medio de un mástil temporal, se engancharía a continuación la parte inferior de la vivienda. Esto permitía tener la mayoría de trabajadores en el suelo y evitar posibles riesgos en la obra. La estructura del silo se modificó ligeramente. El techo cónico original fue sustituido por unos paneles curvos que resistían mejor el proceso de elevación del mástil y los vientos. El cuerpo se construyó en acero ondulado galvanizado presentando una gran rigidez.

Durante el proceso de construcción del modelo a escala real, un fenómeno sorprendió satisfactoriamente a Fuller. En el interior, el aire caliente se disipaba por la parte inferior, mientras que por la cubierta entraba aire frío, creando un efecto natural de máquina de aire acondicionado.

El interior, un silo de grano de seis metros de diámetro, era modesto pero cómodamente amueblado. No había particiones interiores y una pesada cortina proporcionaba privacidad a cada estancia. Las puertas podían ser instaladas en cualquier parte del contorno, permitiendo unir más unidades. El pavimento de la vivienda, un panel sándwich *Mansonite* galvanizado por la parte inferior, se elevaba del plano del suelo por medio de un anillo perimetral de ladrillo.

En su totalidad, el *Dymaxion Deployment Unit* pesaba alrededor de 1452 kg (amueblado), prácticamente lo mismo que un coche de esa época. ⁽²⁾

La idea original de Fuller buscaba desarrollar viviendas pequeñas para familias, pero con el trascurso de los acontecimientos, y tras la entrada de Estados Unidos en la Segunda Guerra Mundial, el prototipo tomó una nueva dirección. ⁽¹⁵⁾

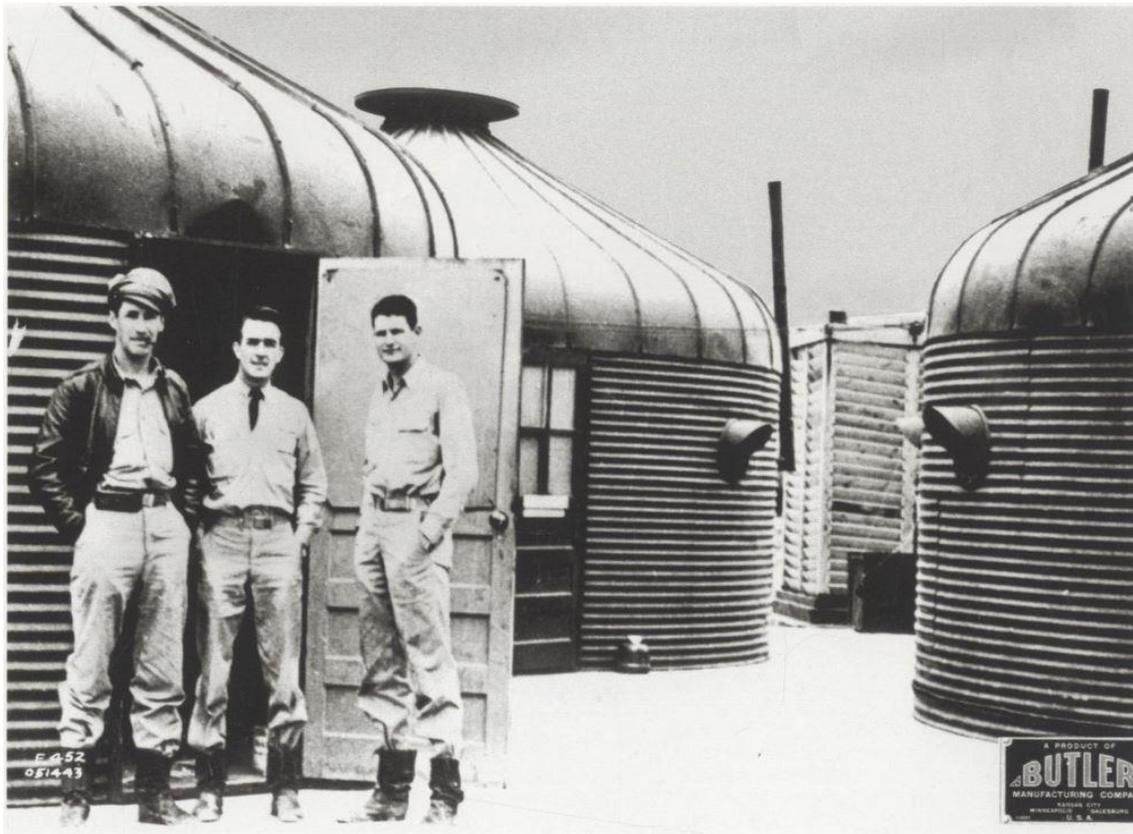


Fig. 27: Fotografía publicitaria de la empresa *Butler*, durante la Guerra Mundial. *Butler Manufacturing Company*.

La unidad sirvió de residencia para mecánicos y pilotos americanos y rusos en el Golfo Pérsico durante la Segunda Guerra Mundial. El prototipo demostró ser apto para condiciones climáticas extremas, protegiendo los soldados de las explosiones, fuego y la metralla. La publicidad patriótica ayudó a Fuller a gestarse una buena reputación y nuevas amistades que le permitirían financiar proyectos futuros. Además Buckminster Fuller expuso dos de sus modelos DDU uno en *Hains Point Park* en Washington DC y el otro en el Museo de Arte Moderno de Nueva York, permitiendo que agencias y civiles evaluaran el trabajo realizado.

El mercado civil resultaba dudoso para el futuro del *Dymaxion Deployment Unit*, ya que los códigos que regulaban la construcción impedían que un silo reconvertido fuera una vivienda. Afortunadamente estos códigos no se aplicaban en las fuerzas armadas que se regían principalmente por otras premisas como el rendimiento y la utilidad. El ejército desplegó varios cientos de unidades por el Golfo Pérsico y el Pacífico, pero durante una temporada de escasez se decidió detener la producción, destinando todo el metal necesario a la fabricación de armamento. ⁽²⁾

Dymaxion Deployment Unit

Año	1941
Lugar	Producción: Kansas. Utilización: Golfo Pérsico y áreas del Pacífico
Nº Prototipos	3: Antes guerra (vivienda emergencia), durante (vivienda y radares), después (vivienda civil)
Industria / Compañía	Butler Manufacturing Company, Kansas
¿Se construyó?	Sí
Motivos	Hasta que la Segunda Guerra Mundial impidió el suministro de material.
Tiempo	-
Materiales	Piezas acero corrugado galvanizado y paneles metal prensado
Estructura	Cilindro acero plegado
Medidas	6 m de diámetro
Precio	1.250 dólares (unidad residencial de dos módulos)
Peso	Amueblado 3200 libras (1452 kg)
Móvil	Sí
Climatización natural	Sí prototipo Kansas. No en los del ejército
Mástil	Sí, temporal para la construcción
Elevado del suelo	Algunos modelos
Cubierta	Paneles metálicos curvos inclinados.
Ascensor	No
Forma planta	Circular. Varias unidades juntas, círculos tangentes
Forma ventanas	Ojo de buey
Volúmenes	Se pueden unir varios en una misma vivienda
nº plantas	1
nº personas	Unidad 2 módulos, 4 personas
nº dormitorios	Unidad 2 módulos, 3 dormitorios
nº baños	Unidad 2 módulos, 1 baño
nº salón-estar	Unidad 2 módulos, 1 salón
Finalidad	Inicial, alojamiento de emergencia
Bases diseño	Silos agrícolas Butler

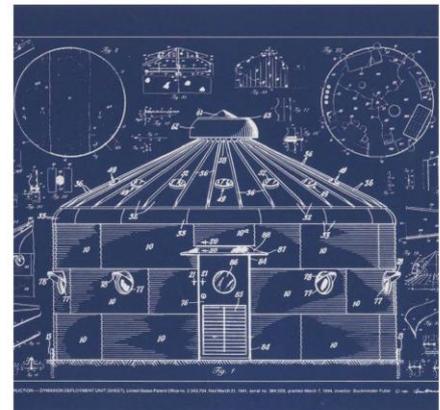


Fig. 28: Patente Dymaxion Deployment Unit. Buckminster Fuller, R., 1941.

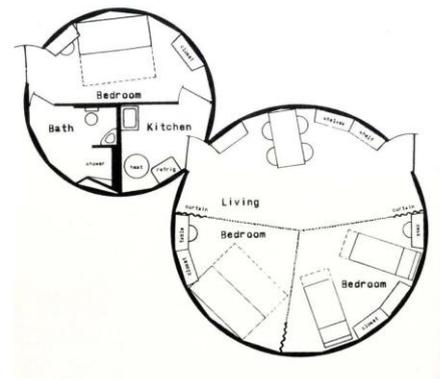


Fig. 29 Planta unidad doble Dymaxion Deployment Unit, 1940.



Fig. 30: Fotografía exterior Dymaxion Deployment Unit, 1941.



Fig. 31: Fotografía publicitaria interior Dymaxion Deployment Unit. Fotografiado por Philip, J., 1941.

▪ *Dymaxion Dwelling Machine (Wichita House)*

Con el fin de la Segunda Guerra Mundial a la vista, Fuller se dio cuenta que las necesidades de la vivienda iban a cambiar respecto a su anterior prototipo, el *Dymaxion Deployment Unit*. De manera que se planteó resolver el problema de la vivienda para los soldados estadounidenses que regresarían de la guerra y sus familias. ^(21 - 6)

El miedo a ataques de misiles intercontinentales alemanes obligó a que las nuevas plantas de aeronaves se ubicaran tan lejos de las costas como fuera posible. Este fue el caso de la *Beech Aircraft* de Wichita, Kansas, que con el fin de la guerra vio como cesaba su producción de armamento y los trabajadores se marchaban. Para solucionar esta situación, el gobierno acordó proporcionar un incentivo para que los trabajadores se quedaran. Es aquí donde entra en escena el visionario Buckminster Fuller y su planteamiento de emplear la industria aeronáutica en el diseño y producción de vivienda. ⁽²⁾

El proyecto buscaba desarrollar tecnológicamente el concepto planteado años atrás en la Casa Dymaxion. Los nuevos materiales, gracias a la investigación realizada para el armamento, presentaban una resistencia a tracción mucho mayor, permitiendo encerrar los elementos estructurales en el techo, contrastando con la antigua apariencia de la *Dymaxion House* en la que el mástil y los miembros en tensión sobresalían considerablemente de la caja. ⁽⁶⁾

La antigua planta hexagonal había sido sustituida por una redonda con un diámetro de 11 metros y contaba con dos dormitorios, cocina, dos Baños Dymaxion y un amplio salón estar. La compartimentación de espacios se realizó por medio de armarios giratorios, liberando el plano de fachada donde una banda de ventanas longitudinales la envolvía en todo su perímetro. ⁽²¹⁾

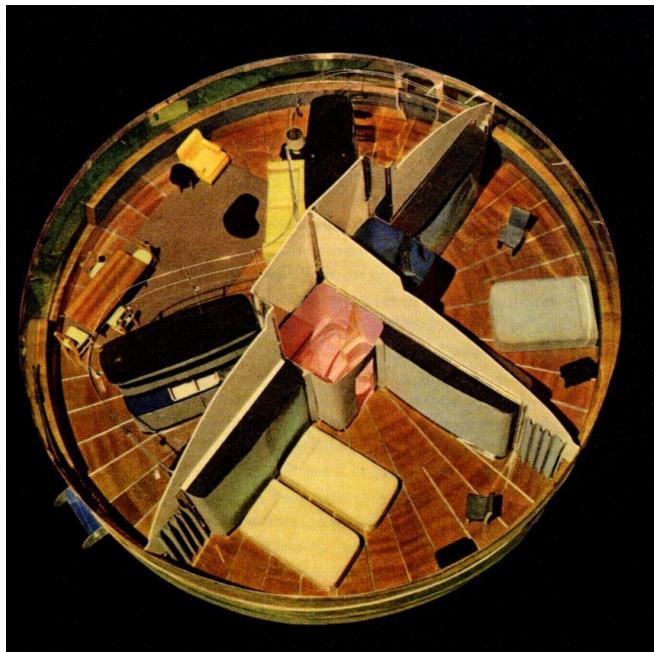


Fig. 32: Maqueta, distribución interior *Wichita House*. Buckminster Fuller, R., 1946.

La estructura, colgada de un mástil, se componía por un anillo de compresión colocado a una distancia considerable del mástil central y con un ángulo tan plano como fuera razonable, como lo permitiera la tensión de la metalurgia. El único movimiento de tierras

necesario, era para colocar la base del mástil y los doce puntos de apoyo de los anclajes perimetrales.

A diferencia de las casas convencionales, la *Wichita House*, nombre que recibió por la ubicación de la industria que la produjo, fue diseñada y concebida a partir de los datos obtenidos en las mediciones de viento del lugar. La forma, semiesférica de la cubierta reducía considerablemente los efectos de arrastre del viento, además, como demostraron los ensayos realizados, permitía disminuir la cantidad de calor necesario para calentar el edificio, un claro ejemplo de diseño aerodinámico eficiente. ⁽⁶⁾

La casa se fabricó como si de una máquina se tratase, utilizando el aluminio empleado en la industria aeronáutica a excepción del mástil de 6,7 metros de acero inoxidable. La acústica fue probada por la cantante Marion Anderson, alabando el trabajo realizado por la ausencia de reverberaciones y distorsiones en un espacio circular. A Fuller le gustaba remarcar que la casa no se había prefabricado de un modo convencional, ya que para la industria, la prefabricación era la fabricación de piezas semimontadas. A diferencia, la *Dymaxion Deployment Dwelling* (nombre original de la *Wichita House*) se construyó exclusivamente a partir de elementos prefabricados montados in situ.

En la cubierta, un gran ventilador de 5,4 metros de diámetro diseñado para girar en la parte superior de la casa, permitía la circulación natural del aire a partir de un sistema de bajas presiones, además de eliminar el polvo y olores que se pudieran generar en el interior de la vivienda.

El prototipo *Wichita House* supuso la primera vez en la historia que la tecnología de los aviones se aplicaba a la vivienda. El bajo precio permitía ser cómodamente pagada en un periodo de cinco años. La instalación en el plazo de dos días no requería préstamo para la construcción y los costes de mantenimiento gracias a los materiales empleados serían mínimos.

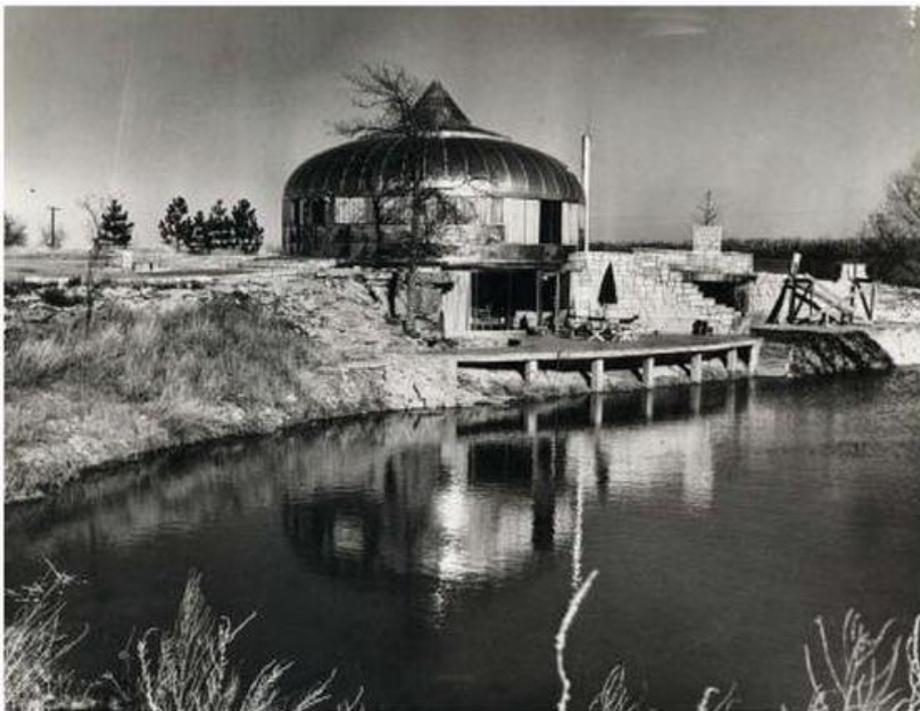


Fig. 33: *Wichita House* reconstruida en Rose Hill, Kansas. 1950.

La respuesta del público a la vivienda fue muy buena, pero Fuller obstinado en sus predicciones insistió en que no estaría lista para el mercado hasta el año 1952. Esto supuso conflictos entre los accionistas de la empresa, el consejo de administración y el propio Fuller. Otros problemas obstaculizaron la comercialización de la casa, ya que según indicaba la ley, sólo los contratistas sindicales con licencia podían conectar un edificio a la red municipal, y estos se negaron a conectar las casas Dymaxion ya que habían sido pre-sondeadas y cableadas por trabajadores de aviones. Por otra parte, la *Dymaxion Dwelling Machines Inc.* no había desarrollado la infraestructura de distribuidores locales y equipos de instalación, lo que suponía negociaciones individuales para cada instalación de la vivienda que por sus características no recogían los antiguos códigos.

La gran inversión necesaria para llevar a cabo la producción en serie, el comienzo de la Guerra Fría y el propio Fuller que prefería dedicarse a la investigación en lugar de convertirse en un hombre de negocios, supusieron el fracaso del proyecto. Sólo dos prototipos fueron construidos a escala real, uno de ellos fue vendido por un dólar a un empresario visionario quien la construyó en sus tierras fuera de la ciudad. Los años revelaron las deficiencias del diseño, la mayoría causados por una incorrecta instalación. Cuando el propietario murió la familia se trasladó a la ciudad y la casa fue abandonada. En el verano de 1992, la casa fue desmantelada bajo la supervisión de J. Balwin, para la restauración y futura exposición en el Museo Henry Ford y *Greenfield Village* en Dearborn, Michigan. ⁽²⁾

Año	1944
Lugar	Producción: Wichita, Kansas
Nº Prototipos	2 (se construyeron en 1946)
Industria / Compañía	Beech Aircraft Corporation y Fuller Houses
¿Se construyó?	Sí, pero no en serie
Motivos	Conflicto Fuller y sus socios. La Guerra Fría. Impedimentos mercado de constructores
Tiempo	Construcción: 2 días
Materiales	Aluminio 7075, madera contrachapada, acero inoxidable, corcho natural, vidrio y vinilo
Estructura	Tensegrity. Suspendida en un mástil. Apilables
Medidas	Diámetro 11m. 6,7 m altura libre interior. Sup. 95 m². Volumen 339 m³
Precio	-
Peso	2,7 toneladas
Móvil	Sí
Climatización natural	Sí. Extractor central cubierta.
Mástil	Sí. Permanente. 6 tubos en forma hexagonal
Elevado del suelo	Sí. Una planta
Cubierta	Cónica (fragmentos radiales de acero). Mirador
Ascensor	No
Forma planta	Circular
Forma ventanas	Longitudinales, a lo largo de toda la fachada
Volúmenes	1
nº plantas	PB + 1 + terraza
nº personas	4
nº dormitorios	2
nº baños	2
nº salón-estar	1
Finalidad	Residencia unifamiliar para los soldados que regresaban de la guerra
Bases diseño	Después de la Guerra, "Reconversion Programme" de las industrias militares a la producción de vivienda

Dymaxion Dwelling Machine (Wichita House)

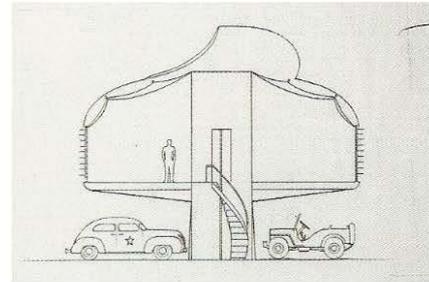


Fig. 34: Alzado Wichita House, dibujo Don Royston, L., 1945.

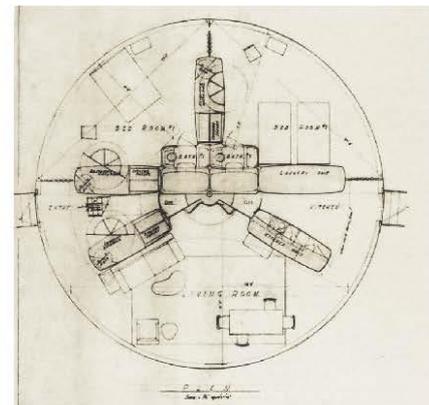


Fig. 35: Planta Wichita House, Buckminster Fuller, R., 1945.



Fig. 36: Fotografía exterior Wichita House, Buckminster Fuller, R. 1946.



Fig. 37: Dibujo interior Wichita House, Buckminster Fuller, R.

5.2. La cúpula geodésica

- *Standard of Living Package*

Tras el fracaso con el proyecto de la casa Wichita, Fuller reorientó sus investigaciones hacia estudios geométricos en lugar de la producción. Investigaciones sobre la esfera, las mallas geodésicas le permitieron desarrollar un novedoso sistema de representación del mundo, el Mapa Dymaxion. Además emprendería el diseño de las cúpulas geodésicas, de las que se construirían miles alrededor de todo el mundo. ⁽¹²⁾

Los inicios de esta nueva experiencia se realizaron en el Black Mountain College, donde Buckminster Fuller impartió clases durante los veranos de 1948 -1949 junto a figuras destacadas del arte como John Cage, Merce Cunningham, Willem y Elaine Kooning o Josef y Anni Albers. ⁽¹⁴⁾



Fig. 38: Buckminster Fuller junto a los estudiantes del *Black Mountain College*, 1949.

En 1948 asignó un proyecto a los alumnos del Instituto de Diseño de Chicago, el cual consistía en realizar una vivienda para seis personas que pudiera ser envasada y transportada por un remolque, un hogar para civiles que buscaban huir en caso de guerra, permitiendo crear comunidades descentralizadas. ⁽²⁾

Los estudiantes desarrollaron ingeniosos proyectos de vivienda comprendida en un volumen de dos yardas de ancho y alto por ocho de largo (una yarda equivaldría a 0,91 metros). Las paredes se plegaban gracias a un sistema de bisagras y permitían ser empleadas como piso para los muebles y demás elementos de la vivienda formada por un dormitorio, una sala de estar y dos baños, aunque estas características variaban según el prototipo. ⁽²⁾

El ejercicio estaba relacionado con el diseño del *SkyBreak*, una sencilla casa de dos plantas envuelta con una cúpula geodésica diseñada para acondicionarla climáticamente. La primera cúpula transparente que permitía a los habitantes controlar el clima recibió el nombre de “Jardín del Edén”. Esta nueva versión de vivienda Dymaxion representaba un concepto completamente nuevo de la casa. Los componentes que formaban la cúpula acompañarían el *Standard of Living Package* en el mismo camión facilitando su preparación en el lugar. ⁽¹²⁾

La cúpula geodésica la desarrolló por primera vez en el Black Mountain Collage (1948-1948) con la ayuda de los estudiantes. La piel inflada de polietileno tuvo corta duración, pero la rigidez de la estructura demostró el potencial de esta.

El problema del proyecto, como había sucedido anteriormente, eran los códigos, ya que en la mayoría de lugares de los Estados Unidos una vivienda invernadero no era considerada apta. Fuller defendía que los códigos podrían cambiar, al igual que sucedía en la industria del automóvil, que se modificaban en base a criterios de rendimiento o ventajas demostradas empíricamente. De esta manera, la primera producción de Jardín del Edén sería construida en un lugar donde no se aplicarían estos códigos.

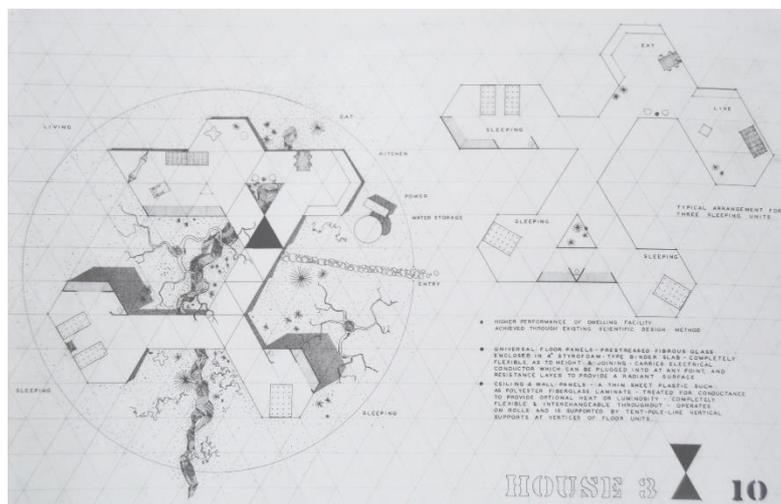


Fig. 39: Propuesta de Vivienda Autónoma, diseñada por Buckminster Fuller junto a los estudiantes del MIT, 1952.

Mientras la cáscara estaba realizada con materiales de alta tecnología, en el interior, madera y piedra local construían la estancia. Aunque el exterior pudiera dar una apariencia idéntica a todos los modelos, era el interior el que marcaba la diferencia, permitiría que cada individuo experimentara la expresión individual de la vivienda.

El mayor obstáculo de la propuesta de Jardín del Edén fue la falta de materiales transparentes que permitieran realizar la cúpula de una manera eficiente y económica. Un doble acristalamiento suponía humedad entre los planos, capas de plástico rígido, suciedad entre ellas, rellenos con gas, posibles fugas y las películas de plástico se deterioraban muy fácilmente con la radiación solar. Un año más tarde, en 1971, desarrolló un nuevo diseño de cúpula, la *Pillowdome*, que utilizaba el plástico mediante un sistema diferente solucionando los problemas anteriores excepto el de la longevidad.⁽²⁾

Standard of Living Package y SkyBreak

Año	1948-1949
Lugar	Chicago
Nº Prototipos	Varios (Necklace House y Mechanical Wing son una variedad)
Industria / Compañía	Institute of Design de Chicago
¿Se construyó?	No, sólo maquetas
Motivos	Proyecto educativo alumnos
Tiempo	-
Materiales	Cúpula: metal y polietileno inflado. Interior: piedra, madera local
Estructura	Cúpula geodésica + prisma rectangular
Medidas	Contenedor de 8x2x2 yardas. Sup. útil 90 yardas ²
Precio	-
Peso	-
Móvil	Sí
Climatización natural	Sí. La cúpula geodésica regula climáticamente la temperatura
Mástil	No
Elevado del suelo	Sí, muy poco
Cubierta	Cúpula geodésica
Ascensor	No
Forma planta	Rectángulo inscrito en un círculo
Forma ventanas	No hay, para ver el interior de la maqueta
Volúmenes	2, uno inscrito en el otro
nº plantas	1 o 2, según el prototipo
nº personas	6
nº dormitorios	Variable, según el prototipo
nº baños	Variable, según el prototipo
nº salón-estar	Variable, según el prototipo
Finalidad	Estudiar una vivienda que pudiera ser empaquetada y transportada por un trailer
Bases diseño	Inscribir una vivienda (Standard of Living Package) en una cúpula geodésica (SkyBreak)

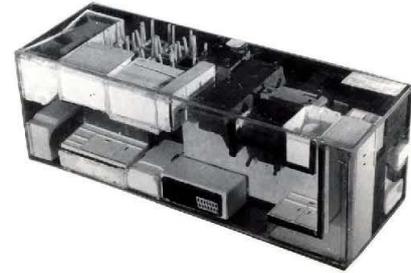


Fig. 40: Maqueta Standard Living Package, Buckminster Fuller, R. y alumnos MIT, 1949.

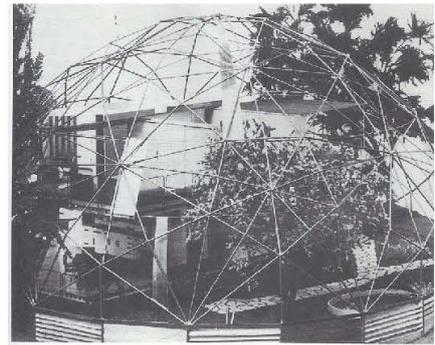


Fig. 41: Maqueta Sky Break, Buckminster Fuller, R. y alumnos MIT. Fotografía Sinsabaugh, A. R., 1949.



Fig. 42: Maqueta de Standard of Living Package, Buckminster Fuller, R. y alumnos MIT, 1949.

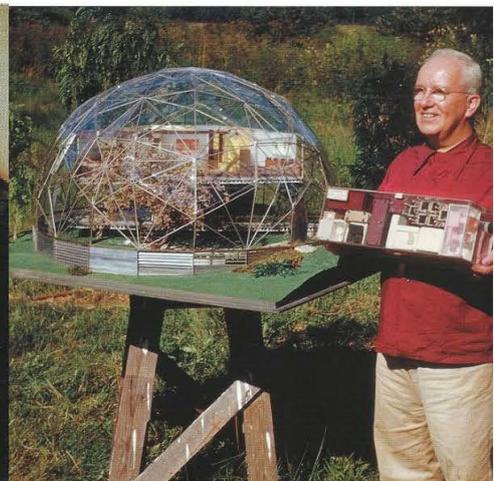


Fig. 43: Fuller con las maquetas de Standard of Living Package and Skybreaks Dome, 1949.

▪ *Fuller's Home Dome*

Por motivos laborales de Richard Buckminster Fuller, la familia Fuller trasladó su residencia entre 1959 y 1971 a Carbondale, Illinois. Durante doce años trabajó como profesor de investigación para la Escuela de Arquitectura de Southern Illinois y aunque viajaba considerables ocasiones alrededor del mundo impartiendo conferencias, su mujer se quedaba en la casa con frecuencia. ⁽¹⁾

En 1954 patentó la cúpula geodésica y años más tarde vio en ella la oportunidad de realizar una casa-cúpula. Una vivienda de bajo coste, con una estructura sencilla que permitía construirla en un periodo muy breve de tiempo. *La Fuller's Home Dome* fue la única cúpula en la que vivieron. Fue montada en tan solo siete horas y media 39 pies y 1 pulgada en planta por 16 pies y 6 pulgadas de altura. La estructura estaba formada por 60 paneles triangulares de madera contrachapada que fueron suministrados por *Pease Manufacturing Co.*, Hamilton, Ohio. En el perímetro, cinco paneles azules trapezoidales permitieron la posterior fenestración.

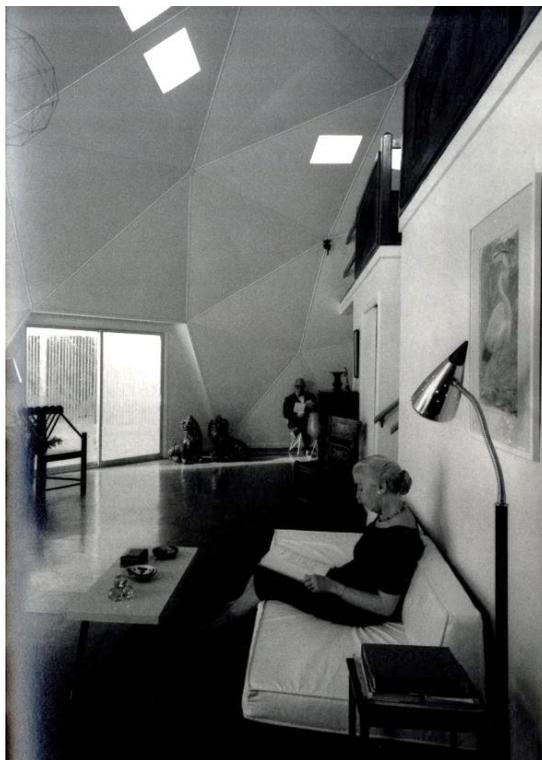


Fig. 44: Anne Hewlett Fuller, en el interior de la *Fuller's Home Dome*.

La vivienda, distribuida en dos plantas disponía de cocina, comedor, dormitorio y un estudio biblioteca en la parte superior. El suelo era de corcho natural, y debajo, un sistema de suelo radiante calefactaba la estancia.

Cuando Fuller abandonó la universidad en 1971, la vivienda fue alquilada a estudiantes durante tres décadas más hasta caer en un alto estado de deterioro. El suelo de corcho había desaparecido en las zonas comunes, pero la situación más crítica recaía sobre la estructura ya que el deterioro de algunos paneles había ahuevado ligeramente la forma original.

En 2001, H. F. W. "Bill" Perk, profesor de la Southern Illinois University (SIU) compró la cúpula y la donó a la *Richard Buckminster Fuller Dome Foundation* que se comprometió a recaudar fondos para su futura restauración y utilización como lugar docente. ⁽¹³⁻²⁾

Fuller's Home Dome

Año	1960-1971
Lugar	Carbondale, Illinois
Nº Prototipos	-
Industria / Compañía	Pease Woodworking Company (empresa suministradora paneles)
¿Se construyó?	Sí
Motivos	-
Tiempo	7 horas para ser construida
Materiales	Membrana impermeable, corcho, paneles madera contrachapada, tejas asfalto, espuma aerosol
Estructura	Cúpula geodésica
Medidas	39 pies y 1 pulgada en planta. 16 pies y 6 pulgadas altura
Precio	-
Peso	-
Móvil	Sí, desmontable
Climatización natural	Sí
Mástil	No
Elevado del suelo	No
Cubierta	Cúpula geodésica. 60 paneles isósceles
Ascensor	No
Forma planta	Poligonal (cuadrados y tetraedros)
Forma ventanas	Triangulares
Volúmenes	1
nº plantas	PB + 1
nº personas	4
nº dormitorios	1
nº baños	2
nº salón-estar	3: Comedor, espacio vital y estudio/biblioteca
Finalidad	Vivienda familia Fuller, durante su estancia como profesor de investigación en la School of Architecture en Southern Illinois University (SIU)
Bases diseño	Cúpula geodésica



Fig. 45: Fase construcción cúpula. Fotografía Gelman, B.



Fig. 46: Buckminster Fuller en el desván. Fotografía Gelman, B.

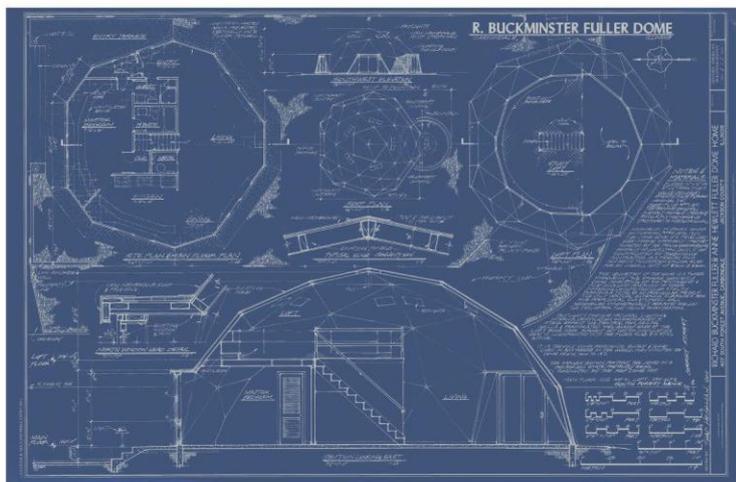


Fig. 47: Plantas, alzados y secciones, Fuller's Home Dome. Dibujo de Heckman, T., 2011.



Fig. 48: Anne y Buckminster Fuller en el salón. Fotografía Gelman, B.

- *Fly's Eye*

A pesar de sus continuos fracasos, como él decía “*me gustaría presentarme como el fracaso más exitoso del mundo*” ⁽²⁸⁾, estos nunca mellaron la búsqueda que inició en 1927 sobre la vivienda. La obsoleta Wichita House tenía una red de tirantes ajustables demasiado compleja para su perfecta construcción. Pero en 1965 un nuevo sistema constructivo pondría solución a todos esos problemas. La *Fly's Eye*, nombre con el que bautizó su nuevo diseño se componía de muy pocos tipos de componentes, pues el prototipo tenía como finalidad convertirse en un servicio universal de la vivienda”. ⁽²⁾

Entre 1977 y 1983 se construyeron manualmente tres *Fly's Eye* de fibra de vidrio de 12, 24 y 50 pies de diámetro, aunque Fuller murió antes de poder desarrollar detalladamente el potencial de esta novedosa estructura. Los diámetros fueron elegidos para que las aberturas fueran lo suficiente grandes para disponer puertas y ventanas. Los “ojos” podrían sellarse con una amplia variedad de acristalamientos, puertas y paneles solares.

Sólo tres componentes de diferente tamaño eran requeridos para la construcción de la estructura permitiendo el montaje de forma rápida y segura. El acristalamiento y aislamiento no se habían resuelto por aquel entonces, pero no se esperaba que plantearan ningún problema. Tres conjuntos de patas trianguladas ajustables apoyaban la esfera al suelo, disminuyendo el movimiento de tierra necesario a los seis bloques de hormigón que iban a transmitir las cargas de los pies. El montaje, al igual que el resto de viviendas Dymaxion, se realizaría de arriba abajo gracias a la ayuda de un mástil temporal.

El diseño planteaba compartimentar el espacio con elementos de espesor contundente, como ocurría en la Wichita House, que armarios móviles dividían las estancias. Además, una segunda cubierta a modo de cortina, podría dotar al espacio de mayor privacidad. Un servicio de mantenimiento permitiría mantener al día la vivienda, reemplazándola por modelos mejorados, serían transportadas por el aire gracias a la ayuda de helicópteros. ⁽²⁾

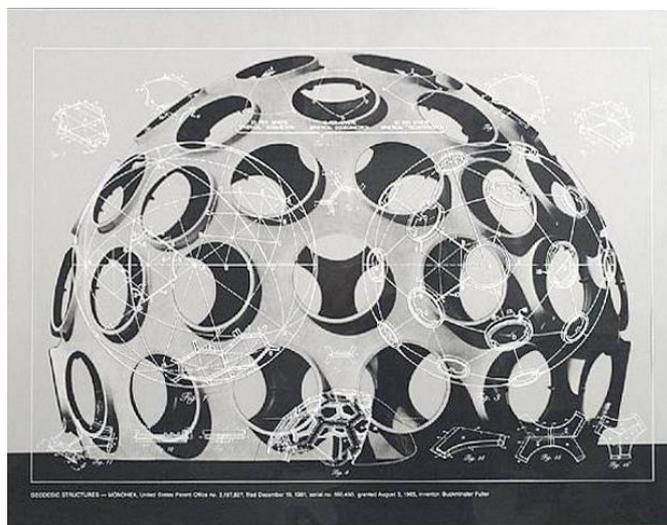


Fig. 49: Patente *Fly's Eye* con el nombre de *Geodesic Structures – Monohex*. Buckminster Fuller, R., 1965

En 2011 una de las tres cúpulas, la de siete metros, fue adquirida por el Craig Robins, copropietario del *Miami Design District*, para ser restaurada y expuesta en el centro comercial Palm Court de Sou Fujimoto en 140 NE 39th Street. La más grande de las tres *Fly's Eye* fue expuesta en Toulouse con motivo del Festival Internacional de arte, mientras que la más pequeña es propiedad de Norman Foster. ⁽²³⁾

Fly's Eye

Año	1965 (año patente)
Lugar	-
Nº Prototipos	3
Industria / Compañía	Fueron varias
¿Se construyó?	Sí
Motivos	-
Tiempo	-
Materiales	Fibra de vidrio
Estructura	Esférica (Monohex Structures)
Medidas	Varios prototipos: (12, 26 y 50 pies de diámetro)
Precio	-
Peso	-
Móvil	Sí, transportable con helicóptero
Climatización natural	No resuelta
Mástil	No, solo temporal para la construcción
Elevado del suelo	Sí
Cubierta	Esférica
Ascensor	No
Forma planta	Circular
Forma ventanas	Circulares y abovedadas
Volúmenes	1
nº plantas	1
nº personas	-
nº dormitorios	-
nº baños	-
nº salón-estar	-
Finalidad	Vivienda de bajo coste transportable, una máquina de habitar
Bases diseño	Formas naturaleza

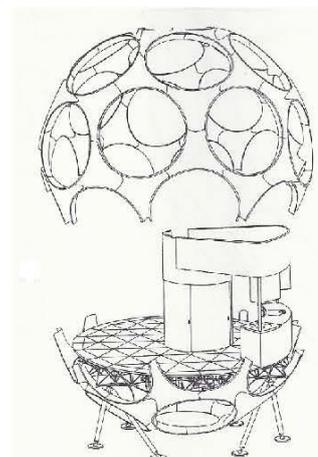


Fig. 50: Dibujos Fly's Eye, por Fuller Snyder, A. cortesía del Instituto Buckminster Fuller. 1981.

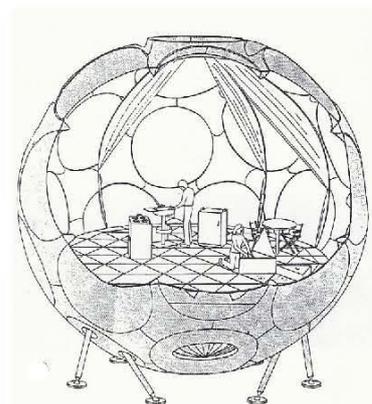


Fig. 51: Dibujos Fly's Eye, por Fuller Snyder, A. cortesía del Instituto Buckminster Fuller. 1981.



Fig. 52: Buckminster Fuller junto al Dymaxion Car de 1934 y la Fly's Eye de 26 pies de diámetro. Fotografía de Stoller, R. 1981.



Fig. 53: Fotografía interior. Baldwin, J. Fly's Eye

La lista de los requisitos que debía cumplir la vivienda para Fuller fue incrementándose con el paso de los años, de los “requerimientos universales para la máquina de habitar” que encontrábamos publicados en la revista *Shelter*, a una compleja y minuciosa lista que replanteaban por completo el concepto de lo que significaba la palabra “casa”. Incluso esta dejó de emplearse, nombrando sus prototipos con nombres como *Standard of Living Package* o *Fly’s Eye*, donde la vivienda se diluía en una cúpula transparente prácticamente inmaterial. La vivienda había evolucionado de objeto a herramienta mental y así se manifestaba en los nombres y la materialidad de sus prototipos. Desde la todavía “tradicional” apariencia de la Casa 4D, al *Fly’s Eye*, la concepción espacial de la vivienda había cambiado drásticamente. ⁽²⁰⁾

Fuller mencionaba, que de sus primeros inicios en la vivienda, expuestas a mediados 1920 no había resultado ningún encargo, y tal vez así debía continuar. En la siguiente campaña publicitaria que duro veinte años, fueron muy pocas las construcciones que se llevaron a cabo y solo como exposición real de los prototipos. El efecto que Fuller buscaba, como plantea Wigley, M. en su artículo *Refugio y comunicación*, no era la construcción, sino la difusión de nuevas ideas. Bajo el eslogan que “el ser humano está demasiado cerca de su propia casa para poder tener perspectiva”, Fuller buscaba dar solución a toda la humanidad introduciendo edificios en cúpulas ultraligeras y transparentes. Incluso las cúpulas, que sin lugar a duda, fueron el mayor logro del arquitecto, no tenían como la finalidad su construcción. Es decir, el del diseño no tenía como fin la creación de un alojamiento físico, sino un de pensamiento frente al concepto de vivienda. Como dice en *Nine Chains to the Moon*: “La casa *Dymaxion* era simplemente una actitud y un principio interpretativo; el principio de hacer más con menos, en coherencia con una sociedad con mayor movilidad y más integradora, necesitada de la ciencia para romper con las reglas de explotación”. ^(*29)

▪ Citas

1. Applewhite, E. J. (1972)
2. Baldwin, J. (1996)
3. Buckminster Fuller, R. (1928)
4. Buckminster Fuller, R. (1928/1972)
5. Buckminster Fuller, R. (1929)
6. Buckminster Fuller, R. (1946)
7. Chu, H. (2010)
8. Díaz, E. (2014)
9. Dündar, A. (2005)
10. Fernández-Galiano, L. (2010)
11. Hays, K. M. y Miller, D. (2008)
12. Krausser, J. y Lichtenstein, C. (1999)
13. Lau, W. (2014)
14. Muñoz Jiménez, M. T. (2010)
15. Neder, F. (2008)
16. Sadao, S. (2010)
17. Snyder, R. (1971-1980)
18. White, L. (1994)
19. White, L. (1944)
20. Wigley, M. (2010)
21. Zung, T.T.K. (2010)
22. Wigley, M., 2010: 143
23. Baldwin, J., 1996: 24
24. Wigley, M., 2010: 143
25. Baldwin, J., 1996: 24
26. Baldwin, J., 1996: 26
27. Baldwin, J., 1996: 28
28. Baldwin, J., 1996: 2
29. Wigley, M., 2010: 60

6.- INDUSTRIA, DISEÑO Y VIVIENDA EN BUCKMINSTER FULLER

Facultad de Arquitectura, Universidad de Detroit

*“Ustedes tendrán que averiguar qué es lo que hay que hacer, como habrán de organizarse y adaptarse para que ese 1% de la población que pasará a ser el 99% de personas, que vivirán el doble o el triple de años tengan la oportunidad de disfrutar de la Tierra. Y esa responsabilidad recae sobre el diseño. Cuando todo el mundo habla de ecología ¡es porque los arquitectos no hacen nada! Se conforman con hacer unos cuantos dibujos y decir: ‘basta con que quede bonito’. Nunca deben preocuparse por la belleza o lo bello, porque si realmente comprenden el problema y lo solucionan correctamente para que la vida siga su curso y se regenere, y si lo hacen de la manera más económicamente factible, siempre resultará bello. Por eso una rosa es bella, porque es una parte más del gran proceso regenerativo, de un universo cuyo diseño a priori lo hace funcional. Si quieren formar parte de ello, siempre encontrarán la belleza y la dicha, la misma dicha que al contemplar una hermosa puesta de sol.” Snyder, R. (1971-1980): *The world of Buckminster Fuller*. Master & Masterworks Productions. [Documental] ⁽²⁰⁾*

Durante los años treinta, las crisis sociales y políticas europeas, junto con el pensamiento social de la política planteada por Roosevelt del *New Deal*, llevaron a los Estados Unidos la intelectualidad de los refugiados, muchos de ellos emprendedores de la Escuela de la Bauhaus.

El Museo de Arte Moderno de Nueva York y la Universidad de Harvard, tendrían el protagonismo de asimilar estas nuevas corrientes de la emigración. Pero la plataforma principal de impulsión de estas ideas, fue el gobierno federal, que promovió una infraestructura de carácter social llevada a cabo a través de la primera Ley de la vivienda en 1934, hasta prácticamente finales de la Segunda Guerra Mundial. Obras destacadas de esta época, sería la ordenación del Valle de Tennessee, 1936; la población de New Kensington, Pensilvania 1940; o el conjunto Channel Heights, Los Ángeles 1943.⁽¹⁵⁾ Todas estas obras, en palabras de Kenneth, F. *“ponen de manifiesto una ‘nueva objetividad’ en los Estados Unidos”*. ⁽²⁴⁾

Las nuevas condiciones de los proyectos arquitectónicos, permitieron la introducción de las teorías del Movimiento Moderno de una forma mucho más profunda que por medio de las formas propagandísticas de vanguardia y arte, impulsadas por el Museo de Arte Moderno de Nueva York. El papel del arquitecto evolucionará cada vez más hacia a un coordinador de diversos técnicos, dejando a un lado el papel de técnico independiente. Exigencias económicas y de tiempo, así como la necesidad de unificar el trabajo de diversos especialistas, producirán la creación de una nueva clase de técnico.⁽⁴⁾ A diferencia de Europa, el Movimiento Moderno en Estados Unidos no fue tan polémico, ya que no existía un pasado cultural tan arraigado. De este modo, el Movimiento buscó ser más sensible en cuanto a la aceptación popular por medio del empleo, por ejemplo, de materiales autóctonos.⁽¹⁵⁾

Dentro del movimiento de vanguardia arquitectónica norteamericana durante el *New Deal*, la figura del arquitecto Richard Buckminster Fuller planteó un papel singular. Bajo un pensamiento constructivista, llevó a cabo su primera versión de vivienda autónoma aislada, la *Dymaxion House*. Al igual que algunos coetáneos suyos, Fuller no mostró ningún interés por el contexto, buscando en sus producciones la perfección del prototipo por medio de la producción en serie. La vivienda, de planta hexagonal, colgada de un mástil por el principio de la rueda de alambre era según Fuller una fusión entre la pagoda oriental y los rascacielos. Este prototipo sería el primero de una serie de casas centralizadas que culminarían con la creación de la cúpula geodésica, que logró adaptar para el uso doméstico en su propia vivienda en 1959 en Carbondale, Illinois.⁽¹⁵⁾

La prefabricación americana tenía una larga historia, vinculada desde sus orígenes en la industria local. Después de la Primera Guerra Mundial, la crisis económica obligó a muchas industrias a interesarse por el desarrollo de producciones en serie de las tradicionales estructuras, gracias a la aparición de nuevos materiales como el hormigón. La emigración de los maestros europeos de la Bauhaus, transmitirá a las nuevas generaciones de arquitectos una serie de ideas y metodologías que influirán notoriamente en la cultura norteamericana. En 1938 el Museo de Arte Moderno de Nueva York realizó una exposición sobre la Bauhaus de 1919 a 1928, exponiendo material de Gropius y Bayer. A raíz de todas estas exposiciones, muchos jóvenes americanos vieron en la Bauhaus un modelo de escuela, en la que los problemas modernos del diseño eran tratados de manera realista. ⁽⁴⁾ En un discurso al principio de su carrera como profesor de Harvard, Gropius explicará que su *“intención no es introducir el ‘estilo moderno’ europeo, sino, más bien, introducir un método de aproximación que permita enfrentarse a los problemas, según sus condiciones peculiares.... No quiero enseñar un dogma ya preparado, sino una actitud libre, original y elástica hacia los problemas de nuestro tiempo. Para mí sería motivo de horror que mi nombramiento se tradujere en la multiplicación de una idea fija, como la ‘arquitectura de Gropius’. Lo que quiero es hacer comprender a los jóvenes la amplitud de los medios creativos, si se saben usar los innumerables productos modernos de nuestro tiempo y animarlos para que encuentren por sí mismos sus soluciones.”* ⁽²⁵⁾

Los inicios de la carrera de Fuller coincidieron cronológicamente con la era aerodinámica, que supondría la evolución en el diseño de dirigibles, aviones, coches, trenes e incluso la vivienda. En un fragmento titulado *“Streamlining”* recogido en el libro *Your private sky: R. Buckminster Fuller: art design science*, Fuller hablará acerca del diseño de sus viviendas basándose en pruebas de túnel de viento. Para Fuller, el edificio se encontraba constantemente en movimiento. La velocidad media del viento es de 19 kilómetros por hora, de manera que Fuller describía sus casas, como “barquitos” que se movían a esa velocidad. La antigua idea de casa estática es sustituida por el vehículo o incluso la nave espacial, donde en su interior un ecosistema era perfectamente controlado. ⁽¹⁸⁾ En sus predicciones, estas estructuras ultraligeras serían producidas industrialmente por fábricas y transportadas en zepelín a cualquier parte. Este edificio de alto rendimiento, sería tratado por un continuo programa de investigación y desarrollo científico. El número de mayo de 1932 de la revista *Fortune* publicó un artículo sobre la casa Dymaxion donde decía *“en cierto sentido, la casa Dymaxion no es en absoluto una casa”*. ⁽²⁶⁾ Si bien era cierto, pues toda la vivienda se había transformado en un escenario de ciencia ficción, donde se presentaban un conjunto de hechos cada uno a un ritmo y velocidad. La finalidad de Fuller era hacer extraño lo cotidiano, romper con el “fenómeno” de la casa tradicional para poder avanzar en su diseño. ⁽²³⁾

En su estudio de la vivienda, Fuller clasificó la arquitectura contemporánea en tres tipologías de edificios. El primer grupo estaría compuesto por los edificios industriales, en los que veía el origen del nuevo estilo arquitectónico de las fábricas, en cierta medida gracias a la influencia del manuscrito *“Vers une Architecture”* de Le Corbusier. El segundo gran grupo estaría formado por las oficinas y apartamentos, que constituían la trama de rascacielos de acero y hormigón que definían el centro de las ciudades americanas. Y por último, estaba el grupo de la pequeña vivienda privada “el hogar de América”, caracterizada por ser más conservadora y artesanal. Decidió centrarse en esta última tipología, con el objetivo de introducir un nuevo método de construcción en la que diseñador y fabricante de materiales trabajaran conjuntamente. Investigación, diseño y comercialización se combinarían independientemente al tipo de edificio, gracias a la producción industrial. ⁽¹⁸⁾

La vivienda, se había convertido en la única actividad del ser humano que no se había unido a la revolución industrial, permaneciendo en cierto sentido obsoleta. El hombre

asociaba una serie de sentidos, olor, tacto, calidez, que su hogar le había transmitido desde la infancia. Resultaba muy complicado argumentar científicamente en contra de las casas con la gente, como afirmaba Buckminster Fuller. ⁽⁶⁾ Dejando de lado los beneficios económicos, Fuller diseñó una serie de prototipos de vivienda que probablemente no viviría lo suficiente para ver. En su *Chronofile*, recogía el proceso de gestación que requería poder introducir un invento al mercado. Liberadas nuestras mentes de las antiguas costumbres y tradiciones, podríamos atacar el problema de la construcción de la vivienda como cualquier otro dispositivo industrial, como una pieza de maquinaria, pues Fuller entendía la vivienda como una máquina cuya función era facilitar la vida familiar a cubierto. ⁽²⁾

Las casas Dymaxion no fueron el resultado de un sueño caprichoso, detrás de ellas había años de estudio y experimentación. Basándose en la producción de automóviles -el modelo no se planteaba como solución única- año tras año iría perfeccionándose a medida que la ciencia fuera avanzando. ⁽¹⁸⁾ Todas presentarían la misma apariencia exterior beneficiándose de la precisión y economía que la producción en masa ofrece. Las casas permitirían la expresión individual del propietario, que interactuarían como si de un instrumento musical se tratara.

La producción en masa tuvo sus detractores, la resolución aprobada por el Instituto Americano de Arquitectos (AIA) en 1928 decretaba su oposición a “*cualquier diseño reproducible como dos gotas de agua*”. ⁽²⁷⁾ Estas declaraciones no mermaron la misión de Fuller quien defendió sus prototipos argumentando que la naturaleza basaba sus diseños en la repetición, la evolución perseguía la estandarización. ⁽²⁾



Fig. 54: Buckminster Fuller junto a la patente de catamarán *Rowing Needle*, 1975

La durabilidad y óptimo rendimiento eran unas de las premisas del diseño de Buckminster Fuller. Como consecuencia, sus viviendas se construirían en su totalidad en metal, principalmente aluminio. Esta apariencia moderna y futurista fue demasiado para los críticos que ya habían aceptado con reticencias la producción en serie de una vivienda redonda. Pero el empleo del aluminio tenía una base consolidada. Por un lado, era uno de los materiales con mayor presencia en la corteza terrestre, dando respuesta a los críticos que sugerían el empleo de materiales más “naturales”. A pesar de su alto coste, el aluminio era reciclable, duradero y su mantenimiento era mínimo. Utilizando este metal, eliminaríamos todos esos materiales empleados tradicionalmente en la fabricación de viviendas que por su corta duración implicaban continuas reformas y cuidados. ⁽²⁾

El estudio de los materiales en la construcción de viviendas le llevó a replantear la estructura y el funcionamiento de las mismas, utilizando el metal de la forma más eficiente posible, en tensión. Estas ideas, como recoge su archivo *Chronofile* son respuesta de su etapa en la marina, así como su pasión por los barcos desde joven. En sus primeros modelos de *tensegridad*, las Torres 4D, ya mostraba el diseño estructural básico que más adelante desarrollaría en las cúpulas geodésicas. ⁽²⁾

Otro de los principios del diseño de la vivienda de Buckminster Fuller, era lo que el bautizó bajo el nombre de “*ephemeralization*”. Este proceso consistía en la desmaterialización, una estrategia para el diseño que se producía de forma natural al aplicar los principios de la naturaleza. Para conseguir la “*ephemeralization*” del diseño había que reducir el empleo de material a partir de tres procesos: realizar un producto más pequeño, usar los materiales de forma eficiente, en palabras de Fuller “hacer lo máximo con lo mínimo”; y por último utilizar la geometría para obtener la menor superficie posible. Estas tres premisas pueden verse reflejadas en el aspecto y producción de la casa Wichita, por ejemplo. La geometría eficiente se tradujo en una distribución de las estancias en una planta redonda, permitiendo minimizar el techo y el área de pared necesaria para envolver la vivienda. La naturaleza siempre hacía las cosas de la forma más económica, por medio de los estudios de proporciones ideales volumen-superficie, los diseños 4D eran más “naturales” que las antiguas casas convencionales.

La “*ephemeralization*” también se aplicaba al uso de la energía. Las casas de Fuller, eran concebidas como válvulas que controlaban el flujo de energía, los materiales y la luz que influía en la concepción del espacio tanto interior como exterior. Analizando la casa como una válvula, nuevas formas de refugio serían planteadas para el ejercicio de habitar. ⁽²⁾

La vivienda Dymaxion estaba destinada a la autonomía. Su finalidad era proporcionar un espacio para vivir saludablemente sin estar conectados a sistemas de servicios públicos centralizados. Los terrenos no urbanizables eran mucho más económicos, además que se evitarían problemas de obsolescencia y baja calidad de los sistemas públicos centralizados. Para hacer posible esta autonomía de la vivienda, Fuller estudio las importaciones y exportaciones que una casa típica requería, buscando optimizar al máximo los recursos naturales. Energía fotovoltaica y generadores eólicos, proporcionarían la electricidad necesaria, mientras que un sistema de recogida y almacenamiento de energía solar de forma pasiva permitirá la eliminación de la calefacción y el aire acondicionado, menos en los climas más extremos. Las exportaciones de la casa: aire caliente y húmedo, “aguas sucias” resultado del proceso de lavado, “aguas negras” (orina y heces) y basura, serían tratadas de manera regenerativa. Los tanques sépticos y el alcantarillado urbano solían presentar problemas de filtraciones a ríos, aguas subterráneas o arroyos. Para eliminar el empleo de agua en la eliminación de residuos, patentaría dos sistemas novedosos para la vivienda como el *Fog-Gun* y *Packaging Toilets* (explicados en el punto anterior). ⁽²⁾

En 1928 reunió todas sus ideas sobre vivienda y refugios en un manuscrito titulado *4D TimeLock*, que distribuyó entre amigos y conocidos. El texto era en palabras de Chu, H.: “una fusión tan fascinante como extraña de las ideas corbuserianas, pensamiento tecnocrático, economía doméstica y espiritualidad, mezclado con valores americanos de independencia y autosuficiencia”.⁽²⁸⁾ Fuller describía una vivienda en la que se pudiera desarrollar el individualismo de la persona, reduciendo al máximo las tareas y permitiendo que las mentes se dedicaran a la contemplación filosófica, sería una nueva especie de refugio.⁽¹²⁾

La estrategia de publicación era original. La falta de recursos le llevó a utilizar mimeógrafos, el medio más barato de reproducción de aquella época. El manuscrito 4D fue enviado a familiares, amigos, conocidos y destacados miembros de la sociedad (arquitectos, editores, fabricantes, rectores universidad), buscaba que sus ideas fueran conocidas por personajes tan destacados como Henry Ford, Le Corbusier o Christopher Moley. Para poder alcanzar los derechos de autor, la ley estadounidense de ese momento exigía la demostración de doscientas copias recibidas. Para su justificación, una extensa correspondencia se produjo entre los beneficiarios. En 1929, Fuller adquirió los derechos de autor.⁽¹⁸⁾

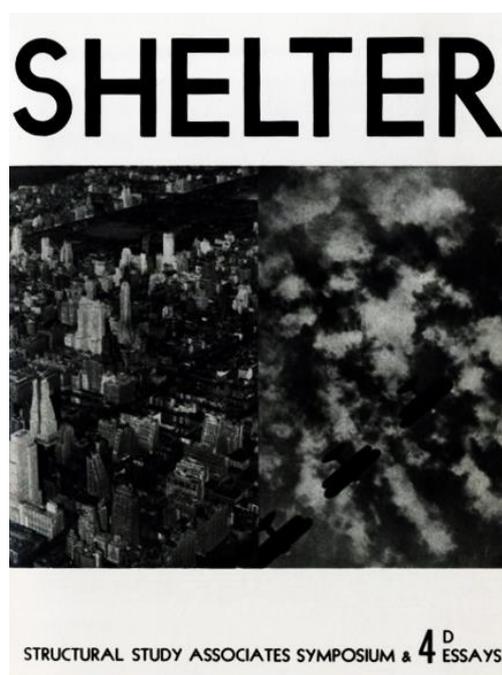


Fig. 55: Portada Revista *Shelter*, No. 4 Mayo. Buckminster Fuller, R., 1932

La respuesta del público a sus conferencias y demostraciones fue positiva, pero la filosofía 4D de Fuller sólo era accesible a unos pocos, permaneciendo bastantes años oculta. Era necesario un medio para difundir su discurso teórico, una plataforma con la que atraer el público con ideas afines y en la que plantear las controversias de la nueva arquitectura y diseño. La revista *Shelter*, tendría ese papel. En 1931 adquirió la revista *T-Square*, y lentamente fue transformándola hasta convertirla en *Shelter*. Esto era a la vez una imagen de la reforma que estaba experimentando la arquitectura americana como resultado de la importación del diseño y la arquitectura moderna europea.

En los documentos expuestos en *Shelter* no sólo se debatía entre estadounidenses y europeos, sino también aparecía muy presente la escisión arquitectónica entre “estilistas” y “estructuralistas”. Este segundo grupo, formó en 1932 la Asociación de Estudio

Estructural, cuyo espíritu líder era Richard Buckminster Fuller. Simpatizaría en pensamiento con figuras de renombre como Frank Lloyd Wright, al rechazar la arquitectura meramente estética; o Knud Lonberg-Holm de Dinamarca concededor de los protagonistas de la Neues Bauen (*New Building Movement* alemán). *Shelter* no solo defendía el edificio industrial, también mostraba su interés por la investigación científica de la casa, la tecnología y economía de la vivienda. Fue el primer lugar donde Fuller empezó a mostrar sus teorías de conchas climáticamente controladas, donde el refugio sería el instrumento al servicio de la ecología y la economía. ⁽¹⁸⁾

En 1945 surge una línea divisoria en la arquitectura del pensamiento social del *New Deal*, hacia la monumentalidad. Esta nueva vertiente aparece, como consecuencia del pensamiento norteamericano de demostrar al resto del mundo su capacidad como potencia mundial, a raíz de la Segunda Guerra Mundial. En el primer número de la revista *Perspecta* (revista de arquitectura de la Universidad de Yale), Henry Hope Reed explica como la Gran Depresión y las políticas del *New Deal* supusieron un golpe para la monumentalidad, un freno al “despilfarro”, a partir de un pensamiento funcional basado en el principio de la vivienda como máquina de habitar. ⁽¹⁵⁾ El Estilo Internacional, que importaron los arquitectos europeos que emigraron a América, simplemente planteó un cambio en la apariencia de los elementos, pero no en los principios que regulaban el funcionamiento de la instalación. La arquitectura que representaba el Estilo Internacional, no era lo que Fuller concebía como moderna. “Hacer lo máximo con lo mínimo”, no era un mero criterio formal. ⁽⁴⁾

Si bien, como explica el historiador Reyner Banham, en su polémica revisión de la historia moderna, *Teoría y diseño en la primera era de la máquina* (1985), el pensamiento de Fuller era más próximo a la corriente futurista que al Movimiento Moderno. ⁽¹³⁾ “*La casa Dymaxion tiene algo notablemente futurista, aunque se trate de una coincidencia. Debía ser ligera, fácilmente cambiante, construida con esos sustitutos de la piedra, el ladrillo y la madera de que hablaba Sant’Elia; asimismo, Fuller compartía el objetivo de Sant’Elia de armonizar el ambiente con el hombre, y de explotar todos los beneficios de la ciencia y la tecnología...*”. ⁽²⁹⁾

El concepto de la casa Dymaxion era completamente radical en sus bases. El diseño era consecuencia directa de las necesidades estructurales, estructura que no venía impuesta de estéticas “perretianas” o intrínsecas a un material que simbolizaba “la máquina”, sino de la adaptación de los métodos de la industria aeronáutica. La organización de la planta era una liberación de las ataduras de la época anterior a la Revolución Industrial -y que muchos arquitectos “modernos” también empleaban-, en la que los elementos se separaban en diferentes estancias por el hecho de tener diferentes funciones (los elementos para cocinar en la cocina, para lavar, en el lavadero...). Fuller agrupará dicho equipo en el núcleo central de la vivienda, ya que para él, era entendido como un conjunto homogéneo mecánico. ⁽³⁾

Fuller realizará una fuerte crítica al Estilo Internacional, considerándolo manco de adiestramiento técnico por parte de la Bauhaus, formalista, ilusionista e incapaz de captar los problemas fundamentales de la tecnología constructiva. ⁽³⁾ En palabras de Fuller:

“El Estilo Internacional traído a los Estados Unidos por los innovadores de la Bauhaus demostró haber sido inoculado por la moda sin necesidad de conocer los fundamentos científicos de la mecánica y la química estructurales.

La ‘simplificación’ del Estilo Internacional no fue entonces sino superficial. Quitó, como se quita una cáscara, los embellecimientos exteriores de ayer y colocó en su lugar novedades formalizadas de una cuasisimplicidad, toleradas por los mismos elementos estructurales ocultos de aleaciones modernas que habían permitido los ahora

rechazados vestidos de las Beaux-Arts. Era todavía un vestir europeo. El nuevo estilista internacional colgaba 'paredes desnudas' de vasta y supermeticulosa mampostería, carentes de resistencia a la tracción, pero en realidad aprisionadas en ocultos marcos de acero sostenidos por acero 'sin medios de apoyo visibles'. El Estilo Internacional logró, mediante muchos de estos recursos ilusionistas, un impacto sensorial en la sociedad, tal como un truco atrae la atención de los niños...

...la Bauhaus y el Internacional usaron artefactos sanitarios normalizados y no se aventuraron más que para convencer a los fabricantes de que modificaran la superficie de las válvulas y las llaves, y el color, tamaño y disposición de los azulejos. La Bauhaus internacional nunca se apartó de la pared para echar una mirada a las cañerías... nunca se adentró en el problema general de los artefactos sanitarios mismos... En pocas palabras, sólo contempló los problemas de modificaciones superficiales de los productos finales, productos que eran intrínsecamente subfunciones de un mundo técnicamente acabado." (*30)

Como explicaría Fuller, un arte tan vinculado a la tecnología, como era la arquitectura, debía seguir su ritmo de igual forma que la industria automovilística, donde la estética era concebida en términos de producción en masa en un mercado popular que estaba constantemente cambiando. Mentalidad que el Estilo Internacional había sido incapaz de adquirir. (3)

La vivienda moderna debía responder inevitablemente al impacto de la nueva era de la industrialización. ¿Y si la vivienda se convertía en una máquina de habitar? ¿Y si su proceso de fabricación y comercialización respondiera a los mismos principios que cualquier otro aparato electrónico? (23)

En su primer libro, *Nine chains to the moon* (1938) comparará la ineficacia de la casa frente a la eficiencia de la radio. La casa era un objeto mucho más difícil de cuestionar ya que "se está dentro de él", sólo una persona ajena, como el llamaría un "outsider", sería capaz de llevar a cabo esta misión. En su largo proceso de investigación y análisis de la vivienda, tratará la casa como un fenómeno más que como un objeto, un síntoma cultural y psicológico en el que un conjunto de lastres históricos requerían ser analizados desde el punto de vista técnico, antropológico y filosófico. (23) En el reportaje que hizo Calvin Tomkins para el *New Yorker*, mostraba el incansable discurso de Buckminster Fuller a favor de la revolución mundial tecnológica, de la mano de los que el denominaría "diseñadores globales". (12) Fuller llegaría a afirmar que el sistema político era incapaz de reformar a la gente con el fin de proporcionar una buena vida a toda la humanidad. (5) "En 1927, estaba convencido que los problemas de supervivencia más fundamentales de la humanidad nunca podrían ser resueltos por la política". (*31) Se requería lo que él denominaría "revolución de la ciencia del diseño", a partir de la cual se estudiarían todos los recursos del planeta con el fin de repartirlos equitativamente, de manera que la necesidad de guerra quedaría obsoleta. Prácticamente no existían diseñadores en ese momento que compartieran el mismo pensamiento de Buckminster Fuller, y pocos hay hoy. (23)

De sus estudios del comercio mundial y los avances tecnológicos, descubrió que miles de recursos eran malgastados en diseños ineficientes y armas -pensamiento supondría el inicio del *World Game*. Con el inventario de los recursos disponibles, un buen diseñador debe buscar la máxima eficiencia, con el mínimo coste para la sociedad y la ecología. Fuller defendería como modelo a seguir el comportamiento que la naturaleza toma en sus diseños, ya que esta siempre hace las cosas de la forma más económica y eficiente. El Universo es un sistema en armonía y constante regeneración, por lo que nuestros diseños también deberían mostrar esta componente de evolución. (23)

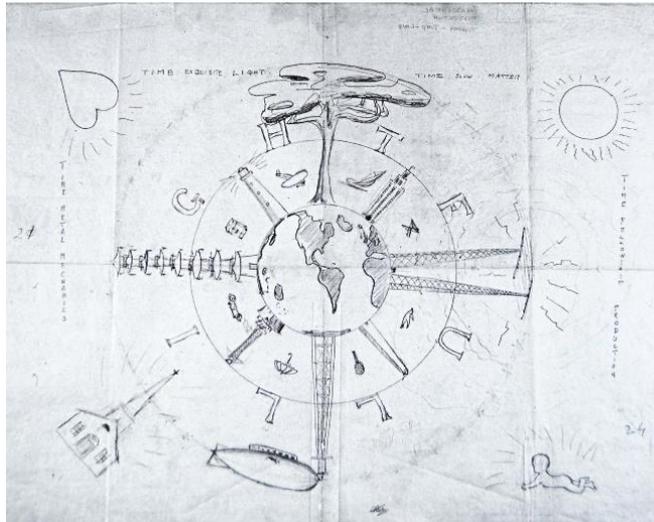


Fig. 56: Boceto de las *Lightful Houses*. Buckminster Fuller, R., 1928.

Como autodidacta, Fuller mostró claramente desde sus inicios su descontento con la investigación académica, desarrollando su propio sistema fundamentado en la estructura y la geometría de la naturaleza. Esta investigación se intensificó aún más en el desarrollo del proyecto de la casa Wichita. Dos eran los principales caminos de la investigación. Por un lado, las exploraciones de paquetes de esferas, de las que derivarían las configuraciones básicas del espacio, presentando grandes similitudes a los cuerpos desarrollados por Platón. Esto le llevó a obtener una matriz que determinaba las configuraciones espacio-tiempo. La segunda vía de investigación se basaba en la división de la esfera en los modelos del círculo. Este estudio le llevaría a desarrollar su Mapa Dymaxion o las redes geodésicas. Esta vía iba estaba destinada a seguir inventos prácticos, aplicables, motivo por el cual en 1946 creó la Fundación de Investigación de Fuller en Forest Hill, Nueva York. ⁽¹⁸⁾

Los inventos Dymaxion, eran modelos de soluciones tecnológicas a problemas ecológicos por medio de una visión optimista de la tecnología, que permitirían el diseño y la producción en masa. Si bien es cierto, que el desarrollo de la producción en serie automovilística fue una gran inspiración para los diseños Dymaxion, sería erróneo pensar que este fue el único aliciente que disparó la imaginación del Buckminster Fuller. En 1932, publicó un artículo donde resumía los conceptos principales para la vivienda, afirmando que una de las principales premisas era poner la arquitectura al servicio de la Ecología a partir del estudio de las relaciones humanas, lo que los sociólogos de la Universidad de Chicago definían como ecología humana. ⁽¹⁾

Durante la década de los años treinta, Fuller llevó a cabo el estudio de una serie de tecnologías que permitirían agilizar el diseño de acuerdo con la dinámica de la naturaleza, siguiendo los principios de fluidez, energía y aerodinámica. Diseños como la Casa Dymaxion, el *Dymaxion Mobile Dormitory*, el *Dymaxion Deployment Unit*, la *Dymaxion Dwelling Machine*, el Baño Dymaxion, e incluso el Coche Dymaxion, representaban una vía optimista del diseño para alcanzar todos los retos planteados. Los fundamentos teóricos de estas invenciones se encuentran recogidas en su libro *Nine chines to the moon*, publicado en 1938. La investigación, toma como punto de partida la ecología para el desarrollo de la vivienda, pero abrazando otras disciplinas como la psicología, la biología o la economía, principios que aplicará en las estructuras materiales y el diseño, pues la idea principal del pensamiento de Fuller era que la energía fluyera en todos los aspectos a través de la maquinaria. ⁽¹⁾

En el artículo publicado en el número de junio de la revista *Architecture* de 1929 sobre la casa Dymaxion, terminaba planteado al público la siguiente cuestión: “¿Qué va a ser de los arquitectos?” Con la nueva forma de diseño y producción de la vivienda, el papel del arquitecto se vía profundamente cuestionado. Si bien Fuller sugeriría que la nueva industrialización requeriría de más diseñadores, y no menos. El esfuerzo del arquitecto se centraría en el disfrute de varios clientes a la vez, en lugar de centrarse en la satisfacción de uno sólo, rompiendo con el trabajo individual de las artes y artesanías. La nueva producción industrial requerirá de más habilidad y desarrollo del diseño, no su cese. ⁽¹⁸⁾

A pesar de los continuos fracasos de sus prototipos, Fuller persistió en el estudio de las diferentes formas de entender el habitar. La cúpula geodésica, que comenzó a desarrollar a finales de los años cuarenta fue considerada por muchos autores como el mayor éxito comercial de Fuller, convirtiéndola en una forma revolucionaria de habitar el planeta. Las construcciones geodésicas eran sofisticadas tanto en medios como en sus formas, permitiendo la creación de un refugio que estuviera en armonía con la naturaleza. ⁽¹³⁾ Como explica Shoji Sadao en su artículo para la revista *AV Monografías 143*, “*el origen de las cúpulas geodésicas puede atribuirse a la ambiciosa búsqueda de orden en el universo llevada a cabo por Buckminster Fuller*”. ⁽³²⁾ Convencido de que la visión ortogonal cartesiana del mundo era errónea, emprendió la búsqueda de un “sistema de coordenadas de la naturaleza”, que desarrolló a lo largo de toda su vida, llevándole a explorar los procesos y las estructuras de la naturaleza. Una de esas vías desembocó en la creación de una malla esférica triangulada y en la invención de la cúpula geodésica, icono de la arquitectura de vanguardia entre 1950 y 1960. ⁽¹³⁾

La cúpula geodésica es el invento que mejor define el pensamiento global y la inteligencia constructiva de Fuller. Es el resultado de sus investigaciones sobre la geometría de la esfera, así como de experiencias en la construcción de diversas cúpulas, como serían los ejercicios realizados en los veranos de 1947 y 1948 en *Black Mountain College*. La primera cúpula geodésica importante que construyó fue en 1954 para la *Ford Motor Company*, registrando la patente en ese mismo año. En 1954, batió el record de luz, con la cúpula de la *Union Tank Car Company* en Baton Rouge, que mediría 120 metros de luz. Aunque la consagración de su fama llegaría con el pabellón de Estados Unidos para la Expo de 1967 en Montreal. Una construcción esférica, que realizó en colaboración con Shoji Sadao, capturando la atención de todo el público asistente. ⁽¹³⁾

Para movilizar la investigación y construcción de la cúpula geodésica, advirtiendo de la próxima llegada de una crisis ecológica al mundo, Fuller comenzó a principios de 1960, una gira alrededor del mundo que duraría diez años. En ella impartiría conferencias en instituciones, universidades y escuelas de diseño. Una muestra del espíritu incansable del maestro Buckminster Fuller es su lista de treinta y ocho doctorados honorarios, veintisiete premios, entre los que se incluye la Medalla de Oro del Instituto Real de Arquitectos Británicos; veintisiete patentes, publicaciones, y más de treinta mil citas, que le darían fama en todo el mundo. ⁽¹⁾

La influencia de Fuller, al igual que su obra y personalidad presenta notables facetas contradictorias. Por un lado, ha servido de inspiración para toda una generación de arquitectos que iniciaron sus andaduras en los años setenta, momento en el que un amplio abanico de propuestas futuristas se abría a una nueva concepción de la arquitectura. Sostenibilidad, nuevas tecnologías, respeto al medio ambiente, empezaban a resonar en un mundo que agotaba sus recursos de forma descontrolada, mientras que los inicios de la industria naval y aeronáutica en la producción seriada de la arquitectura, permitirían una nueva forma de creación de edificios dentro de un mundo global. ⁽¹⁴⁾ Si bien las predicciones de Fuller llegarían a producirse, su pensamiento

también sirvió como ideal de los movimientos de contracultura de los años sesenta y setenta, donde la cúpula geodésica tomó un papel protagonista en la forma de habitar el planeta de forma ecológica y económica. ⁽²¹⁾



Fig. 57: Drop City, Colorado. Richert, C., 1965

En sus conferencias Fuller defendía la posibilidad de un mundo mejor gracias a las máquinas, el diseño y la gestión. A pesar de sus muestras a favor del mundo industrial, se convirtió en un ideal para la contracultura norteamericana. Dos de sus obras *Ideas and Integrity*, 1963, y *Operating Manual for Spaceship Earth*, 1969, fueron el manual de una generación que se opondría al control y gestión por parte del gobierno y las grandes empresas, y que buscaría generar sus propios sistemas de habitar el planeta en forma de comunas rurales. ⁽²²⁾

En sus continuos viajes y conferencias en las universidades de todo el país, Fuller planteaba una forma de vivir vinculando universalidad e industria sin convertirse en un burócrata. El diseño suponía mucho más que una preocupación de la industria desarrollada durante la Guerra Fría, era la herramienta para salvar el mundo. En *Ideas and Integrity*, acuña el término 'diseñador global' cuya misión era la de entender los patrones universales propios de la naturaleza, y a partir de ellos diseñar nuevas tecnologías que permitieran mejorar la vida cotidiana de la población. Hasta ese momento el problema era que a pesar que la naturaleza se rige por medio de unas leyes que la mantenían en un equilibrio estable, la sociedad de mediados de siglo no era capaz de distribuir equitativamente los medios, y como consecuencia había niños que morían de hambre. Para llevar a cabo esta tarea, el diseñador global tenía que poder acceder a toda la información industrial y militar, permaneciendo siempre ajeno a ella. Era una síntesis entre artista, inventor, economista y evolucionista; un visionario de la sociedad.

En 1951, Fuller patentó la cúpula geodésica, y a pesar de convertirse en símbolo del poder industrial y militar de la armada americana, diferentes comunas contraculturales como *Drop City*, adoptaron esas mismas cúpulas como símbolo de la transformación americana. Las viviendas se componían de restos de automóviles que los propios individuos transformaron en paneles triangulares. Los habitantes del asentamiento *Drop City* se habían convertido en diseñadores globales. ⁽²²⁾

En 1968, los escritos de Fuller inspiraron la publicación del *Whole Earth Catalog*, considerada la biblia del movimiento de la contracultura y manual para conseguir el diseño global. ⁽²²⁾ En palabras del fundador de Apple, Steve Jobs: “era una asombrosa publicación, creada por Stewart Brand, en Merlo Park. Era como Google con tapas y cartulina, treinta y cinco años antes de que Google apareciera. Era idealista, rebosaba de herramientas claras y grandes conceptos”. ⁽¹⁷⁾

En la introducción de su primer capítulo, Brand explicaba como la visión de Fuller había desencadenado la publicación de este catálogo: “las visiones de Buckminster Fuller fueron el inicio del catálogo”. ⁽³³⁾ A pesar de la continuidad de las ideas del diseño global, el libre comercio y la ausencia de burocracia, las comunas de los años sesenta fracasaron en su intento de mantenerse fuera de la globalización. ⁽¹⁰⁻¹¹⁻¹⁸⁻²²⁾



Fig. 58: Norman Foster junto a la maqueta de la casa autónoma. Fotografía de Sayer, P., 1983

En la otra vía de continuidad del pensamiento de Fuller encontramos la figura de Norman Foster, sin duda, el mayor representante del legado del visionario de Richard Buckminster Fuller. Ambos arquitectos se conocieron en 1971, cuando Fuller buscaba en Gran Bretaña un arquitecto que colaborara en el proyecto del Teatro Samuel Beckett, junto a *St. Peter's College*, en Oxford. Durante doce años de amistad, Foster y Fuller trabajaron conjuntamente en varios proyectos experimentales, entre los que se encuentran el *Climatoffice*, la cúpula para la Expo de 1982 en Knoxville y dos viviendas, una para cada uno de ellos, formadas por dos cúpulas concéntricas que se alimentaban de energía solar. Antes de su muerte, Fuller dedicó a su compañero la primera copia del mapa Dymaxion, así como una de las tres cúpulas *Fly's Eye* fabricada por Fuller en los años setenta. ⁽²¹⁾

Como explica Foster “con Fuller ocurría que cuando creías que podías imaginarte como sería la siguiente cúpula -más de lo mismo pero con geometría más compleja-, te salía con algo completamente diferente”. ⁽³³⁾ Pero la principal adquisición de Foster fue el interés por desafiar las estructuras convencionales, que le llevarían a proyectos como

la torre Swiss Re de Londres o el edificio Hearst de Manhattan. La visión de Fuller siempre iba más allá de sus días, y gracias a la figura de Foster, pueden llegar a la realidad proyectos tan asombrosos como Masdar, una ciudad sin emisiones co₂ para cien mil habitantes en Abu Dabbi, una forma de llevar a la realidad la cúpula con la que planteó Fuller cubrir Manhattan y protegerla de la contaminación. ⁽²¹⁾

Si bien podríamos concluir, que la mayor contribución de Fuller no ha sido la casa Dymaxion, el coche Dymaxion o la cúpula geodésica, sino la inspiración que propagó a toda una generación de jóvenes a aceptar la tecnología en sus diseños y actuar con integridad respetando la “nave espacial Tierra” en la que todos somos pasajeros. Sus conferencias iban mucho más allá de la industria, el diseño o la vivienda, buscaban la revolución de la ciencia del diseño con la finalidad de lograr una auténtica transformación social. ⁽¹²⁾

“Probablemente, la necesaria paz mundial sólo pueda lograrse mediante una revolución de la ciencia del diseño, que puede permitir desarrollar el potencial mediante la mejora del rendimiento por unidad de los recursos con el fin de proporcionar al 100 por 100 de la humanidad estándares de vida cada vez mejores”. Buckminster Fuller, R, *Utopia or Oblivion* ⁽³⁵⁾

▪ Citas

1. Anker, P. (2007)
2. Baldwin, J. (1996)
3. Banham, R. (1985)
4. Benevolo, L. (2010)
5. Buckminster Fuller, R. (1983)
6. Buckminster Fuller, R. (1946)
7. Buckminster Fuller, R. (1963)
8. Buckminster Fuller, R. (1938)
9. Buckminster Fuller, R. (1969)
10. Brand, S. (1968)
11. Brand, S. (1969)
12. Chu, H. (2010)
13. Fernández-Galiano, L. (2010)
14. Ferrater, C. (2012)
15. Frampton, K. (2009)
16. Hays, K. M. y Miller, D. (2008)
17. Jobs, S. (2005)
18. Krausser, J. y Lichtenstein, C. (1999).
19. Sadao, S. (2010)
20. Snyder, R. (1971-1980)
21. Sudjic, D. (2010)
22. Turner, F. (2010)
23. Wigley, M. (2010)
24. Frampton, K., 2009: 242
25. Benevolo, L., 2010: 686-687
26. Wigley, M., 2010: 54
27. Baldwin, J., 1996: 21
28. Chu, H., 2010: 28
29. Banham, R., 1985: 319; Hays, K. M., 2008: 7

30. Banham, R., 1985: 317
31. Buckminster Fuller, R., 1983: 3
32. Sadao, S., 2010: 86
33. Brand, S.; 1969: 3; Turner, F., 2010:112; Krausse, J. y Lichtenstein, C., 1999: 491
34. Norman, F., 2010: 100
35. Chu, H., 2010: 34

7.- CONCLUSIONES.

Tras realizar el presente trabajo teórico de investigación sobre la obra del arquitecto Richard Buckminster Fuller, centrándonos en la evolución de sus prototipos de vivienda para entender el papel que la industria tiene en ellos, podemos concluir el siguiente listado de puntos:

1.- La recopilación de información clara y concisa de cada prototipo es una tarea compleja, debido a la variedad de ideas, nombres y bocetos que un mismo prototipo puede presentar. En las fichas, se ha intentado plasmar una idea global de cada concepto de vivienda.

2.- La vivienda de Fuller engloba a la perfección el contexto de industrialización que vivió. Da respuesta al contexto adaptándose a las nuevas necesidades. Esto nos lleva a cuestionarnos si los edificios que proyectamos hoy en día se adecúan al contexto que estamos viviendo. El pensamiento crítico de Buckminster Fuller de replantear las bases de la vivienda, en un período de crisis económica, nos puede ayudar entender mejor el papel que puede desempeñar la vivienda en el siglo veintiuno.

3.- Los prototipos de viviendas presentan como características comunes la ligereza, el dinamismo y la autosuficiencia. Son auténticas máquinas de habitar, realizadas en su globalidad mediante un proceso de producción industrial.

4.- El pensamiento y obra de Fuller se encuentra más próximo a los textos futuristas, que al Movimiento Moderno. Pudiendo afirmar que las viviendas *dymaxion* de Fuller son un ejemplo de viviendas futuristas.

5.- Los fracasos en sus prototipos de vivienda, esto es, el fracaso en el paso del boceto a la realidad, forman parte del proceso de diseño industrial que Buckminster Fuller plantea para la vivienda: diseño, prueba y error. El ejercicio de habitar no es un estado estático, al igual que cualquier otro electrodoméstico, con el paso del tiempo se puede quedar obsoleto. Es por ello que Fuller entenderá el diseño de la vivienda como un proceso continuo de estudio del artefacto, por medio de la industria.

6.- Los prototipos de vivienda de Buckminster Fuller no tenían como finalidad la construcción del objeto, sino cuestionar las características de la vivienda de ese momento. Era una herramienta mental.

7.- El estudio de los prototipos de vivienda de Fuller permite entender cómo evoluciona el concepto de vivienda en su obra, hasta la completa desmaterialización del espacio de habitar de la cúpula geodésica.

8.- La culminación de la vivienda de Buckminster Fuller será la cúpula Fly's Eye.

9.- Retomar el pensamiento crítico que Buckminster Fuller plantea en la vivienda, cuestionándola desde sus orígenes, nos puede permitir abordar una nueva forma de entender la vivienda del siglo veintiuno.

10.- La vivienda puede ser el motor que impulse la industria, el comercio, en definitiva la economía de nuestra contemporaneidad.

11.- Revisar la obra de Fuller desde la contemporaneidad, nos permite cuestionar la vivienda que estamos construyendo hoy en día. Esto no quiere decir que la vivienda tenga que ser un artefacto futurista y autónomo, sino que en muchos edificios que se construyen en la actualidad siguen prevaleciendo conceptos formales, antes que criterios de economía y optimización de los materiales. La vivienda del siglo veintiuno debe ser desde sus bases, crítica en la utilización de los materiales, buscando siempre su máximo rendimiento.

12.- Buckminster Fuller planteará la figura del “diseñador global”, un personaje ajeno a los intereses económicos de gobiernos e industrias, pero con los conocimientos globales de los recursos, para poder gestionar de manera equitativa los recursos del planeta. Aunque el “diseñador global” es posiblemente un concepto utópico, el pensamiento del arquitecto del siglo veintiuno debe ir en la misma línea. Con conocimientos generales, el arquitecto contemporáneo debe tener conciencia social y medioambiental de los recursos en la proyección de sus proyectos. Debe ser consciente del impacto que ellos tienen en la sociedad.

13.- No sólo el arquitecto puede ser entendido como un “diseñador global”. Todos los miembros de la “nave espacial Tierra” –concepto con el que Fuller definía nuestro planeta- deben tener una conciencia de los recursos y de la forma en que estos deben estar empleados en sus viviendas, y aún más allá, en sus vidas.

14.- La industria del siglo veintiuno sigue teniendo un papel revolucionario en nuestra sociedad: nuevos materiales, nuevas técnicas, herramientas, procesos de producción. La vivienda de nuestros días debe dar respuesta a estos avances y viceversa, es decir, las nuevas necesidades de la sociedad deben verse reflejadas en las casas que habitamos. De manera que nuevas cuestiones son planteadas en el proceso evolutivo del diseño de la vivienda, permitiendo la creación o regeneración de la industria, y por tanto, del comercio.

15.- El diseño de la vivienda, como planteó Fuller hace aproximadamente cien años, es un proceso continuo, constantemente en movimiento, donde la industria siempre debe presentar un papel principal.

8. - BIBLIOGRAFÍA.

1. Ananthasuresh, G. K. (2015). "Buckminster Fuller and his fabulous designs" en *Resonance* [En Línea] N 20 pp. 98-122, Publisher Springer India, disponible en <http://link.springer.com/article/10.1007/s12045-015-0159-6> [Accesado el 10 de julio de 2015]
2. Anderson, E. A. (1972). "Design and Aesthetics in Wood" en *Google Books* [En Línea] pp. 26-29. New York, SUNY Press, disponible en: https://books.google.es/books?id=Gv4R6tkdX60C&dq=buckminster+fuller&hl=es&source=gbs_navlinks_s [Accesado el 11 de julio de 2015]
3. Anker, P. (2007). "Buckminster Fuller as Captain of Spaceship Earth" en *Minerva* [En Línea] N 45 pp. 417-434, disponible en <http://link.springer.com/article/10.1007/s11024-007-9066-7> [Accesado el 10 de julio de 2015]
4. Applewhite, E. J. (1972). "Fuller's Home Dome" en *Cosmic Fishing* pp. En Krausse, J. y Lichtenstein, C. (comp.), pp. 366. *Your private sky: R. Buckminster Fuller: art design science*. Baden, Lars Müller Publishers.
5. Baldwin, J. (1996). *BuckyWorks: Buckminster Fuller's ideas for today*. New York: John Wiley & Sons, cop.
6. Banham, R. (1985). *Teoría y diseño en la primera era de la máquina*. Barcelona-Buenos Aires-México: Paidós Ibérica.
7. Benevolo, L. (2010). *Historia de la arquitectura moderna*. Barcelona: Gustavo Gili.
8. Bottero, B, y Negri, A. (1985). "La Cultura Del Novecientos: Arquitectura Artes Plásticas" en *Google Books* [En Línea]. Siglo Veintiuno editores, disponible en: https://books.google.es/books?id=yPdaBePqx1IC&dq=buckminster+fuller&hl=es&source=gbs_navlinks_s [Accesado el 10 de julio de 2015]
9. Buckminster Fuller, R. (1963). *Ideas and Integrities*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 1963; Collier, Macmillan, Toronto, Canada. 1963.
10. Buckminster Fuller, R. (1938). *Nine Chains to the Moon*. J. B. Lippincott Company, Philadelphia, New York, London, Toronto 1938; republished Doubleday & Company, Inc., Garden City, New York. 1963.
11. Buckminster Fuller, R. (2013). *Operating Manual for Spaceship Earth*. Zürich: Lars Müller Publishers.
12. Buckminster Fuller, R. (1969). *Utopia or Oblivion*. Bantam Books, New York.
13. Buckminster Fuller, R. y Kuromiya, K. (1981). "Critical Path" en *Google Books* [En Línea]. Disponible en: [http://www.btronics.com/files/R.%20Buckminster%20Fuller%20-%20Critical%20path%20\(pdf\).pdf](http://www.btronics.com/files/R.%20Buckminster%20Fuller%20-%20Critical%20path%20(pdf).pdf) [Accesado el 10 de julio de 2015]
14. Buckminster Fuller, R. (1983). *Grunch of giants*. [En Línea]. St. Martin's Press, New York. Disponible en: <http://www.arvindguptatoys.com/arvindgupta/bucky-giants.pdf> [Accesado el 10 de julio de 2015]

15. Buckminster Fuller, R. y Dil, A. S. (1983). "Humans in Universe" en *Google Books* [En Línea]. Mouton, disponible en: https://books.google.es/books?id=UArde_kMoZkC&hl=es&source=gbs_navlinks_s [Accesado el 10 de julio de 2015]
16. Buckminster Fuller, R. (1928). "Lightful Houses", manuscript. En Krausse, J. y Lichtenstein, C. (comp.), pp.85-87,106. *Your private sky: R. Buckminster Fuller: art design science*. Baden, Lars Müller Publishers.
17. Buckminster Fuller, R. (1928/1972). "Dirigible" en *4D Time Lock*. En Krausse, J. y Lichtenstein, C. (comp.), pp. 102-103. *Your private sky: R. Buckminster Fuller: art design science*. Baden, Lars Müller Publishers.
18. Buckminster Fuller, R. (1928/1972). "Streamlining" en *Designing a New Industry* (1946). En Krausse, J. y Lichtenstein, C. (comp.), pp. 144, *Your private sky: R. Buckminster Fuller: art design science*. Baden, Lars Müller Publishers.
19. Buckminster Fuller, R. (1928/1972). 4D correspondence, letter to his sister Rosamund Fuller, August 1928, en *4D Time Lock*. En Krausse, J. y Lichtenstein, C. (comp.), pp. 107, *Your private sky: R. Buckminster Fuller: art design science*. Baden, Lars Müller Publishers.
20. Buckminster Fuller, R. (1929). "The Dymaxion House", en *Architecture* (Chicago), Junio 1929, S. 335ff. En Krausse, J. y Lichtenstein, C. (comp.), pp.135-137, *Your private sky: R. Buckminster Fuller: art design science*. Baden, Lars Müller Publishers.
21. Buckminster Fuller, R. (1946). "Comfort Versus Progress", pp. 210. En Krausse, J. y Lichtenstein, C. (comp.), *Your private sky: R. Buckminster Fuller: art design science*. Baden, Lars Müller Publishers.
22. Buckminster Fuller, R. (1946). "Wichita House", en *Designing a New Industry*. En Krausse, J. y Lichtenstein, C. (comp.), pp. 238-243, *Your private sky: R. Buckminster Fuller: art design science*. Baden, Lars Müller Publishers.
23. Brand, S. (1968). *Whole Earth Catalog* [En Línea], pp.1-4, California, disponible en <http://scalar.usc.edu/works/anon/media/sample-ebook.pdf> [Accesado el 06 de agosto de 2015]
24. Brand, S. (1969). *Whole Earth Catalog* [En Línea], pp. 1-8, California, disponible en http://doorofperception.com/wp-content/uploads/whole_earth_catalog-spring-1969.pdf [Accesado el 06 de agosto de 2015]
25. Cage, J. (2010). "A Year from Monday: New Lectures and Writings" en *Google Books* [En Línea], pp. 163-165. Middletown, Wesleyan University Press, disponible en: https://books.google.es/books?id=dXJyDIuHuEUC&dq=buckminster+fuller&hl=es&source=gbs_navlinks_s [Accesado el 11 de julio de 2015]
26. Chu, H. y Trujillo, R. G. (2009). "New Views on R. Buckminster Fuller" en *Google Books* [En Línea], pp. 86, 88, 99, 100, 101, 112, 113 . California, Stanford University Press, disponible en: https://books.google.es/books?id=bWSc0Jc9Od0C&dq=buckminster+fuller&hl=es&source=gbs_navlinks_s [Accesado el 10 de julio de 2015]

27. Chu, H. (2010): "Un esbozo biográfico" en *AV Monografías 143. Buckminster Fuller 1895-1985*. N 143 pp. 26-35. Mayo-junio 2010, pp. 26-35.
28. Díaz, E. (2014). "The Experimenters: Chance and Design at Black Mountain College" en *Google Books* [En Línea], pp. 1-8. Chicago, University of Chicago Press, disponible en:
https://books.google.es/books?id=cOiaBQAAQBAJ&dq=buckminster+fuller&hl=es&source=gbs_navlinks_s [Accesado el 10 de julio de 2015]
29. Dündar, A. (2005). *A critical approach on "synergetic geometry" of Buckminster Fuller*. A Thesis Submitted to the Graduate in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Industrial Design, İzmir, School of Engineering and Sciences of İzmir Institute of Technology.
30. Eastham, S. (2007). "American Dreamer: Bucky Fuller & the Sacred Geometry of Nature" en *Google Books* [En Línea], pp. 49-52, 55-58. Chippenham, James Clarke & Co., disponible en:
https://books.google.es/books?id=LW4LyyWwxEgC&d=gbs_navlinks_s [Accesado el 10 de julio de 2015]
31. Filler, M. (2013). "Makers of Modern Architecture, Volume II: From Le Corbusier to Rem Koolhaas" en *Google Books* [En Línea], capítulo 9. New York, New York Review of Books, disponible en:
https://books.google.es/books?id=ljoVsP8ZbTIC&dq=buckminster+fuller&hl=es&source=gbs_navlinks_s [Accesado el 10 de julio de 2015]
32. Fernández-Galiano, L. (2010): "Fuller abreviado" en *AV Monografías 143. Buckminster Fuller 1895-1984*. N 143 pp. 4-25. Mayo-junio 2010, pp. 4-25.
33. Ferrater, C. (2012). "Unidades Dymaxion: la vivienda y el transporte". En SNYDER R. (video), *Buckminster Fuller: el mundo de Fuller*. Barcelona, Fundación Caja de Arquitectos, pp. 5-6.
34. Ferrater, C. y Rodríguez, P. A. (2012). "Unidades Dymaxion: la vivienda y el transporte". En SNYDER R. (video), *Buckminster Fuller: el mundo de Fuller*. Barcelona, Fundación Caja de Arquitectos, pp. 35.
35. Foster, N. (2010): "El coche Dymaxion: su contexto" en *AV Monografías 143. Buckminster Fuller 1895-1989*. N 143 Mayo-junio 2010, pp. 62-85.
36. Foster, N. y Fernández-Galiano, L. (2010): "Bucky Fuller y la nave espacial Tierra" en *AV Monografías 143. Buckminster Fuller 1895-1983*. N 143 Mayo-junio 2010, pp. 3.
37. Frampton, K. (2009). *Historia crítica de la arquitectura moderna*. Barcelona : Gustavo Gili.
38. Fuller Snyder, A. (2010): "Crecer con Bucky" en *AV Monografías 143. Buckminster Fuller 1895-1986*. N 143 Mayo-junio 2010, pp. 36-45.
39. Gabriel, J. F. (1997). "Beyond the Cube: The Architecture of Space Frames and Polyhedra" en *Google Books* [En Línea], pp. 147- 160. New York, John Wiley & Sons, disponible en:
https://books.google.es/books?id=FkM0945nFV8C&dq=buckminster+fuller&hl=es&source=gbs_navlinks_s [Accesado el 11 de julio de 2015]

40. Hays, K. M. y Miller, D. (2008). *Buckminster Fuller: starting with the universe*. New York: Whitney Museum of American Art.
41. Jobs, S. (2005). *Discurso Steve Jobs para la Universidad Standford*. En Youtube [En Línea], https://www.youtube.com/watch?v=HHkJEz_HdTg [Accesado el 06 de agosto de 2015]
42. Krausser, J. y Lichtenstein, C. (1999). *Your private sky: R. Buckminster Fuller: art design science*. Baden: Lars Müller Publishers.
43. Lau, W. (2014). "The Restoration of Buckminster Fuller's Dome Home Kicks Off Saturday" en *Architect* [En Línea], disponible en http://www.architectmagazine.com/technology/the-restoration-of-buckminster-fullers-dome-home-kicks-off-saturday_o [Accesado el 06 de agosto de 2015]
44. López de la Cruz, J. J. (2012). "Proyectos encontrados. Arquitecturas de la alteración y el desvelo" en *Google Books* [En Línea], pp. 25-27. Sevilla, Recolectores Urbanos Editorial, disponible en: https://books.google.es/books?id=iTNwoW3tvGkC&dq=buckminster+fuller&hl=es&source=gbs_navlinks_s [Accesado el 10 de julio de 2015]
45. Montaner, J. M. (1997). *La modernidad superada. Arquitectura, arte y pensamiento del siglo XX*. Barcelona: Gustavo Gili.
46. Muñoz Jiménez, M. T. (2010). "Verano de 1948. Buckminster Fuller en Black Mountain College. La arquitectura como acontecimiento" en *Proyecto, progreso, arquitectura* [En Línea] N 3 Viajes y traslaciones, pp. 110-117, Publicaciones de la Universidad de Sevilla, disponible en <https://ojs.publius.us.es/ojs/index.php/ppa/article/view/185> [Accesado el 9 de julio de 2015]
47. Neder, F. (2008). *Fuller houses. R. Buckminster Fuller's Dymaxion Dwellings and Other Domestic Adventures*. Baden: Lars Müller Publishers.
48. Sadao, S. (2010): "Breve historia de las cúpulas geodésicas" en *AV Monografías 143. Buckminster Fuller 1895-1990*. N 143 Mayo-junio 2010, pp. 86-95.
49. Snyder, R. (1971-1980): *The world of Buckminster Fuller*. Master & Masterworks Productions. [Documental]
50. Sudjic, D. (2010): "¿Cuánto pesa su edificio, señor Foster?" en *AV Monografías 143. Buckminster Fuller 1895-1991*. N 143 Mayo-junio 2010, pp. 96-101.
51. Turner, F. (2010): "Un tecnócrata para la contracultura" en *AV Monografías 143. Buckminster Fuller 1895-1992*. N 143 Mayo-Junio 2010, pp. 102-115.
52. Wigley, M. (2010): "Refugio y comunicación" en *AV Monografías 143. Buckminster Fuller 1895-1988*. N 143 Mayo-Junio 2010, pp. 51-61.
53. White, L. (1944). "Buck Fuller and Dymaxion World", en: The Saturday Evening Post, 14. Okt. En Krausse, J. y Lichtenstein, C. (comp.), pp. 132. *Your private sky: R. Buckminster Fuller: art design science*. Baden, Lars Müller Publishers.

54. Wright, F. L. (1938). "Ideas for the Future" en *The Saturday Review* [En Línea] pp. 14-16, , disponible en: <http://www.unz.org/Pub/SaturdayRev-1938sep17-00014> [Accesado el 06 de agosto de 2015]
55. Youngblood, G. (1970). "Expanded Cinema". Introducción R. Buckminster Fuller en [En Línea], pp. 15-36. New York, P. Dutton & Co., Inc, disponible en: http://www.vasulka.org/Kitchen/PDF_ExpandedCinema/book.pdf [Accesado el 10 de julio de 2015]
56. Zung, T.T.K. (2010): "Viviendas para el futuro" en *AV Monografías 143. Buckminster Fuller 1895-1987*. N 143 Mayo-junio 2010, pp. 46-51.

9.- CRÉDITOS FOTOGRÁFICOS.

Fig. 1: Departamento de Colecciones Especiales, Biblioteca Universidad de Standford.

Fig. 2: Departamento de Colecciones Especiales, Biblioteca Universidad de Standford.

Fig. 3: *Buckminster Fuller Archive*.

Fig. 4: *Buckminster Fuller Archive*.

Fig. 5: Departamento de Colecciones Especiales, Biblioteca Universidad de Standford.

Fig. 6: *Buckminster Fuller Archive*.

Fig. 7: *The Estate of R. Buckminster Fuller*.

Fig. 8: *Buckminster Fuller Archive*.

Fig. 9: *Buckminster Fuller Archive*.

Fig. 10: Colección de Chuck y Elisabeth Byrne.

Fig. 11: *The Estate of R. Buckminster Fuller*.

Fig. 12: *Fortune Magazine*. Julio 1932.

Fig. 13: *Buckminster Fuller Archive*.

Fig. 14: *Buckminster Fuller Archive*.

Fig. 15: Departamento de Colecciones Especiales, Biblioteca Universidad de Standford.

Fig. 16: *The Estate of R. Buckmisnter Fuller*.

Fig. 17: Colección de Chuck y Elisabeth Byrne.

Fig. 18: *The Estate of R. Buckminster Fuller / Time & Life Pictures / Getty Images*, fotografiado por Hofmann, B.

Fig. 19: Fotografía de Bernard Hoffmann.

Fig. 20: Fotografía de Bernard Hoffmann.

Fig. 21: Baldwin, J., 1996: 15.

Fig. 22: Departamento de Colecciones Especiales, Biblioteca Universidad de Standford.

Fig. 23: Departamento de Colecciones Especiales, Biblioteca Universidad de Standford.

Fig. 24-25-26: Departamento de Colecciones Especiales, Biblioteca Universidad de Standford.

Fig. 27: *Butler Manufacturing Corp*.

Fig. 28: Colección de Chuck y Elisabeth Byrne.

Fig. 29: Fotografía de Beechcraft Company.

Fig. 30: Fotografía de Beechcraft Company.

Fig. 31: *The Estate of R. Buckminster Fuller / Time & Life Pictures / Getty Images*, fotografiado Philip J. | Fotografía de Beechcraft Company.

Fig. 32: *The Estate of R. Buckminster Fuller*.

Fig. 33: Kansas State Historical Society. | *The Estate of R. Buckminster Fuller*.

Fig. 34: Instituto de Arte de Chicago. Regalo de Carson Pirie Scott and Company, y Three Oaks Wrecking Company, 1991.

Fig. 35: Museo de Arte Moderno de Nueva York, regalo de Liman Foundation, Inc., 1978.

Fig. 36: Fotografía de Beechcraft Company.

Fig. 37: *Estate of R. Buckminster Fuller*.

Fig. 38: *Buckminster Fuller Archive*.

Fig. 39: Departamento de Colecciones Especiales, Biblioteca Universidad de Standford.

Fig. 40: *The Estate of R. Buckminster Fuller*.

Fig. 41: Buckminster Fuller Institute, Santa Barbara, CA.

Fig. 42: *The Estate of R. Buckminster Fuller*.

Fig. 43: *The Estate of R. Buckminster Fuller*.

Fig. 44: *The Estate of R. Buckminster Fuller*.

Fig. 45: Ben Gelman / The Southern Illinoisan.

Fig. 46: Ben Gelman / The Southern Illinoisan.

Fig. 47: *Richard Buckminster Fuller Dome NFP*.

Fig. 48: Ben Gelman / The Southern Illinoisan.

Fig. 49: Colección de Chuck y Elisabeth Byrne.

Fig. 50: Allegra Fuller Snyder, cortesía del Buckminster Fuller Institute.

Fig. 51: Allegra Fuller Snyder, cortesía del Buckminster Fuller Institute.

Fig. 52: *The Buckminster Fuller Institute*, Santa Barbara, CA.

Fig. 53: Baldwin, J., 1996: 211.

Fig. 54: *The Estate of R. Buckminster Fuller*. Fig. 55: *Buckminster Fuller Archive*.

Fig. 56: Departamento de Colecciones Especiales, Biblioteca Universidad de Standford.

Fig. 57: Clark Richert.

Fig. 58: Phil Sayer.