

MODELOS TRIDIMENSIONALES Y MÉTODOS CONTEMPORÁNEOS CON BASE EN PLEGADURAS

Métodos del Diseño
Arquitectónico

Bloque 3

El presente material recopila una serie de definiciones, explicaciones y ejemplos prácticos de autores especializados que te ayudarán a comprender los temas principales de este bloque.

Las marcas usadas en la antología son única y exclusivamente de carácter educativo y de investigación, sin fines lucrativos ni comerciales.

Modelos tridimensionales y métodos contemporáneos con base en plegaduras

5. Modelos tridimensionales

De acuerdo con Insuasty y Arteaga (2015), el desarrollo de la tecnología ha complementado a las herramientas de representación arquitectónica, como la perspectiva y la axonometría, ya que los programas asistidos por computadora permiten acercarse a la construcción del espacio, de manera muy detallada, para mostrar la iluminación, los materiales y la escala de dicha construcción espacial.

A pesar de sus limitaciones para comunicar todas las instancias del espacio, los modelos tridimensionales físicos permiten que todas las personas, incluso sin conocimientos en arquitectura, comprendan el espacio. Estos modelos físicos se diferencian de los virtuales por varios aspectos pero, sobre todo, por el prolongado tiempo de elaboración. Además, también hay que considerar que resulta difícil hacer acercamientos en los prototipos a escala para conocer la materialidad y la técnica arquitectónica (Insuasty y Arteaga, 2015, p. 185).

5.1. Volumetría

Como señalan Insuasty y Arteaga (2015), en el proceso de proyección arquitectónica, los modelos tridimensionales tienen un importante valor agregado e incluso es posible considerarlos como parte integral de un método para definir aspectos formales, volumétricos y espaciales, pues a partir de secciones, trozos de cartón y papel, los bocetos de maquetas registran las primeras ideas e intenciones al inicio del proceso de diseño:

La maqueta, por su condición física y elaboración artesanal, obliga a pensar no solamente en la proporción del objeto sino en su condición volumétrica, espacial e incluso en una idea estructural o de materiales [...]

La búsqueda volumétrica y espacial se rige por inquietudes relacionadas con el tema y contexto donde se implanta el proyecto, esta indagación pretende clarificar la relación de los volúmenes entre sí y su relación con la ciudad. Es importante en este proceso identificar que la modelación responde a variables establecidas por el proyecto que se complementan con intenciones propias del arquitecto.

Lo anterior quiere decir que el mero ejercicio de la representación tridimensional sirve como apoyo para ajustar los proyectos o complementarlos. Ahora bien, una cuestión relevante en la representación es la cuestión de la forma. Para el urbanista Edmund Bacon (citado en Ching, 2006):

La forma arquitectónica es el punto de contacto entre la masa y el espacio... Las formas arquitectónicas, las texturas, los materiales, la modulación de luz y sombra, el color, todo se combina para infundir una calidad o espíritu que articule el espacio. La calidad de la arquitectura estará determinada por la maestría que el diseñador despliegue al utilizar y relacionar estos elementos tanto en los espacios interiores como en los que envuelven los edificios (p. 33).

Cuadro 1. Forma

Definición	En el ámbito del arte y del diseño, este concepto a menudo se emplea para denotar la estructura formal de una obra, pues hace referencia a la disposición y coordinación de los elementos de una composición, para producir una imagen coherente.
Elementos	La forma comprende la estructura interna, el contorno exterior y el principio que brinda unidad al todo. Frecuentemente, el concepto de forma contempla un sentido de masa o de volumen tridimensional; mientras que el contorno se encuentra más relacionado con el aspecto esencial de la apariencia formal: la configuración o disposición relativa de las líneas o perfiles delimitantes de una forma o figura.
Propiedades visuales	
Además del contorno, las formas tienen las siguientes propiedades visuales.	
Tamaño	Las dimensiones de la forma (longitud, anchura y profundidad) definen sus proporciones. La escala se determina por el tamaño de una forma, en relación con el de otras formas del mismo contexto.
Color	El matiz, la intensidad y el valor de tono que posee la superficie de una forma; es decir, el atributo que la distingue de su propio entorno e influye en el valor visual de ésta.
Textura	Característica superficial que afecta las cualidades táctiles y las de reflexión de la luz, en las superficies de las formas.
Cualidades que rigen la composición de los elementos	
Posición	Es la localización de una forma respecto a su entorno o campo de visión.
Orientación	Es la posición de una forma respecto a su plano de sustentación, a los puntos cardinales o al observador.
Inercia visual	Es el grado de concentración y estabilidad visual de la forma; la inercia visual de una forma depende de su geometría, así como de su orientación relativa al plano de sustentación y al rayo visual propio del observador.

Elaborado a partir de Ching. (2006, pp. 34-35).

5.2. Diagramas tridimensionales

Como señalan Puebla y Martínez (2010), el diagrama es una manera alternativa de aproximarse a las estrategias proyectuales contemporáneas y a los dispositivos digitales que se emplean para visualizar, comprender y representar un proyecto.

Cuadro 2. Diagramas

Concepto	No es simplemente un dibujo, es más bien un artefacto gráfico que describe algo sin representarlo del todo. Es una estrategia, una clase de visualización que muestra relaciones del proyecto.
Relación con la arquitectura	La arquitectura concebida diagramáticamente está definida por un diagrama abstracto, que funciona como un código operativo, sin llegar a ser un croquis jerárquico que define, ni un contorno difuso que indetermina, sino más bien una cartografía que muestra unas trayectorias relacionales, capaz de representar forma y proceso al mismo tiempo.
Relevancia	Los diagramas complementan los dibujos u otras herramientas esquemáticas de la arquitectura, porque además de ayudar a la representación, son dispositivos útiles para la visualización mental. Funcionan como una interfaz para el razonamiento, que posee un valor propio.
Aspectos	Al abordar su estudio conviene centrarse en los siguientes aspectos, que permiten redescubrir y redefinir su estatus contemporáneo: • Aspecto representacional: como forma de “<i>expresión</i>” de un léxico teórico proyectual). • Aspecto estratégico: como una táctica visual de “<i>pensamiento</i>”, que desvela los procedimientos de diseño. • Aspecto pragmático: como una interfaz de “<i>operación</i>”, que habilita la interacción a lo largo del proceso de proyecto.
Diagramas digitales	Al referirse al carácter digital del diagrama, se abre un campo nuevo de discusión: el de los diagramas cibernéticos (como precursores de los diagramas digitales), y el de la retroalimentación (donde destaca su vínculo con la información y la teoría de la comunicación).

Elaborado a partir de Puebla y Martínez.

5.3. Maquetas de trabajo

En el proceso de diseño, los modelos previos al trabajo, que conllevan ensayos, pruebas e incluso a veces un error, se conocen como maquetas de trabajo. En ellas, se descubre el corte y el despliegue del material.

5.4. Maquetas de proyecto

Muestran la arquitectura terminada, con detalle y limpieza. A partir de esta imagen, el cliente puede visualizar la realidad del proyecto. Las maquetas tanto de trabajo como de proyecto son importantes, pues la primera muestra el inicio y la idea general, mientras que la segunda ofrece la imagen real del proyecto, en una escala que permita representar el espacio.

6. Métodos contemporáneos con base en plegaduras (folding)

La técnica del origami se refiere al arte japonés del plegado del papel. Ésta ha cambiado a lo largo de su existencia y se ha popularizado, y más en los últimos veinte años, gracias a la informática. En la arquitectura, esta técnica ha permitido, por un lado, experimentar con diversas geometrías que enriquecen la percepción del espacio arquitectónico y, por el otro, profundizar en el concepto del plegado, debido a la versatilidad y asequibilidad del material (Jackson, 2011, p. 105).

6.1. Plegaduras y creación de espacios arquitectónicos

Con respecto a lo anterior, es importante destacar que el conocimiento de los pliegues fundamentales permite una mejor comprensión de las complejas relaciones espaciales que el papel ayuda a crear, pues a través de él es posible obtener una gran variedad de superficies geoméricamente variables. No obstante, hay que considerar que esta diversidad es difícil de reproducir en otros materiales, situación que ha inspirado la búsqueda de distintas técnicas del doblado del papel en el campo de la arquitectura, así como en la construcción.

Para determinar la relación entre arquitectura y origami, es imprescindible la implementación de materiales y herramientas que permitan moldear las ideas en una escala reducida y que sea fácil de manejar. También hay que destacar el uso de papel en formato de pliegos, ya sea de forma rectangular o cuadrado, pues permiten hacer pliegues sin cortar el papel ni pegarlo con algún aditivo, sólo utilizando las manos. Para una mayor precisión al momento de hacer los pliegues, es necesario el conocimiento de los conceptos y las propiedades básicas del origami, así como el uso de reglas o plegadoras especiales.

Figura 1. Folding house



Fuente: Design Boom (s.f.).

Como has visto, la forma es la característica principal de los objetos, ya que cuando se observa un objeto, lo que se aprecian son formas, que se perciben como estructuras. La combinación de los elementos que la determinan (líneas, puntos, curvas y planos) proporciona una gran variedad de posibilidades (Vidal, 2017, p. 13).

A continuación, se explicará brevemente el principio de percepción de la forma.

Cuadro 3. Percepción

Principio de percepción de la forma	Según la teoría Gestalt, este principio trata de ligar las formas captadas con la memoria visual; de esta forma el cerebro es capaz de percibir más rápidamente las formas. Este proceso se basa en leyes, es decir, las capacidades que tiene la mente para relacionar los elementos según su posición en el espacio.
Leyes	
Ley de cierre	Visualmente es más cómodo y fácil de percibir una forma cerrada, pues tiene mejor organización, es más estable y el cerebro no tiene que cerrarla con la imaginación.
Ley de proximidad	Es la posibilidad de reconocer más fácilmente los elementos como forma, si éstos están agrupados que si están dispersos en el espacio.
Ley de simplicidad	Capacidad de descomponer las formas como elementos básicos que se reconocen a simple vista. Se observan los elementos de la forma más simple posible.
Ley de la similitud	Todas las formas iguales se intentan agrupar, para facilitar la visión del conjunto.
Ley de figura fondo	Una figura o elemento no puede asociarse a la vez como fondo y como figura, es decir, un conjunto de elementos creará una forma y una figura se debe de distinguir del fondo.
Ley de continuidad	Un conjunto de elementos conectados entre sí, crean un flujo, se percibirán como un todo, es lo que sucede cuando hay un conjunto de puntos alineados que se muestran como una línea. También llamado movimiento común, los elementos de una misma dirección tienden a verse como un todo.

Elaborado a partir de Vidal (2017, pp. 13-14).

La mayoría de formas son complejas, ya que pueden descomponerse en formas simples. Retomando el ejemplo de Vidal (2017), una sucesión de puntos crea una línea, un conjunto de líneas produce un plano, y un conjunto de planos compone una forma. Respecto a esto, “la forma perfecta es el círculo, provoca sensación de fragilidad, movimiento y evolución” (Vidal, 2017, p. 14).

Ahora bien, el conjunto de formas se conoce como estructura. Cuando una forma permanece constante (sin cambios en la posición de sus puntos), hay una interacción de sus fuerzas internas que constituyen y esto explica su estructura. El desequilibrio (cuando hay movimiento en sus puntos), en cambio, no permite que haya una estructura porque compromete su estabilidad. Otro aspecto relevante de las estructuras es que todos sus elementos están unidos entre sí por una función común y es la relación de todos ellos lo que forma el conjunto (Vidal, 2017, p. 14).

Cuadro 4. Forma y estructura

Elementos de una estructura	La estructura depende de las fuerzas por soportar, de los materiales utilizados y de la geometría, por lo tanto, es el conjunto de todos estos elementos. Se debe considerar que no todas las estructuras pueden soportar las mismas cargas.
Importancia	• Es el esqueleto que sostiene las edificaciones y permite construir. • Se encarga de organizar el espacio. • Las innovaciones tecnológicas han permitido que las estructuras evolucionen para cubrir las necesidades del lugar. Esto ha generado que haya estructuras que antes se consideraban imposibles y nuevos materiales de construcción más ligeros.
Relación entre forma y estructura	• La materialización de las formas crea estructuras. El material utilizado influye en la creación de formas determinadas, que a su vez crearán un tipo concreto de estructura. • En elementos ligeros es donde más clara se ve dicha relación, pues se trata de estructuras óptimas en las que se crean estructuras capaces de soportar grandes cargas con la menor cantidad posible de material.

Geometría	• La forma y la estructura se fundamentan principalmente en la geometría. • La geometría ordena la construcción y la organización de los elementos para crear sistemas. • El orden geométrico permite la relación entre elementos; sin él no habría fuerzas que los mantuviesen unidos. • Las agrupaciones geométricas posibilitan el funcionamiento de las estructuras, pues una nueva forma se genera a partir de una red o malla geométrica.
	Ejemplo de relación entre geometría y estructura
	• Celosías: la combinación de varias formas geométricas, como el triángulo, crea una nueva geometría, es decir, una red. Esta red crea una estructura que funciona de forma distinta a un único triángulo.
Estructura triangulada	• El triángulo es el polígono más simple, pero el que más fuerza posee porque no se puede deformar; en cambio, los cuadriláteros se deforman con el tiempo, si se aplica fuerza sobre ellos. • El triángulo tiene una gran rigidez y por ello es uno de los polígonos más utilizados en la construcción. • Una buena estructura triangulada es aquella que no soporta esfuerzos de flexión.
Relación de forma y estructura con la naturaleza	• Muchos arquitectos, como Antonio Gaudí, han utilizado las formas naturales como objeto de estudio para crear sus propias estructuras. • Las formas naturales son estructuras simples y su estudio ha implicado grandes avances a la arquitectura.

Elaborado a partir de Vidal (2017, pp. 14-18).

6.3. Estructura y función

Los arquitectos moldean las formas a través de la estructura, por ello no sólo deben tener conocimientos de adecuación estructural, sino también capacidad creativa, para liberar a la forma y estructura de la exigencia de la perfección. En el proceso de diseño y construcción de un edificio, el vínculo entre forma y función es de gran importancia, como a continuación se detalla.

Cuadro 5. Estructura y función

Desarrollo arquitectónico	Durante la Revolución Industrial, la arquitectura se alejó de la nueva ciencia estructural aplicada, lo que propició que perdiera su dominio de los materiales y de la estructura de los nuevos edificios, dejando el paso a los ingenieros de estructuras. Por ello, para eliminar la brecha creada entre la arquitectura y la ingeniería estructural, fue necesario desarrollar una nueva línea de educación arquitectónica, que aumentara el poder de percepción y el análisis del comportamiento de la estructura. Con este enfoque y la investigación de obras como las de Pier Luigi Nervi, Richard Buckminster Fuller y Santiago Calatrava, se redujo la brecha entre la arquitectura y la ingeniería estructural.
Determinar la forma y función	Hay un debate sobre la consideración de la estructura como la última etapa del proceso de diseño. Esto quizá se debe a que la arquitectura se apoya en la ciencia estructural, que permite construir todas las formas del edificio.
Carga y estructura	Las estructuras son elementos constructivos cuya misión fundamental es soportar un conjunto de cargas, y se pueden clasificar de la siguiente manera: 1. Peso propio 2. Cargas de funcionalidad 3. Acciones exteriores varias

Elaborado a partir de Arkiplus (s.f.).

6.4. Representación de plegaduras

Considerando los principios de la técnica del plegado, se distinguen dos tipos de pliegues: valle y monte. Ambos son imprescindibles en el desarrollo de patrones a través del origami (Kunihiko y Takahama, 2000, p. 50). A partir de estas propiedades geométricas, se pueden generar tres patrones básicos de plegado, los cuales incorporan ciertas estrategias formales, funcionales y espaciales, en el proceso de diseño arquitectónico, y generan elementos estructurales que garantizan las nuevas propuestas. Esto ha contribuido con el desarrollo de nuevos espacios, que son aprovechados al máximo y cuyo emplazamiento se identifica con una estética particular, simple y efímera.

Finalmente, es preciso dejar claro que los plegados como técnica aplicada en los procesos compositivos típicos de la arquitectura, se considera con mayor frecuencia en distintos tipos de cubiertas, dependiendo del uso determinado de cada edificación (residencial, comercial, cultural, institucional, deportivo, turístico, entre otros). No obstante, los arquitectos tienen la capacidad de generar formas y adaptarlas a necesidades y conceptos compositivos o estructurales, siempre y cuando se rijan por los principios básicos de la técnica adquirida; de esta manera, seguirán aportando criterios innovadores y prácticos al momento de plantear un nuevo elemento o espacio urbano, ligero, definido, económico y con múltiples funciones y usos.

REFERENCIAS

Arkiplus. (s.f.). *Estructura arquitectónica*. Recuperado de <https://www.arkiplus.com/estructura-arquitectonica/>

Ching, F. (2006). *Forma, espacio y orden*. Barcelona: Gustavo Gili. Recuperado de <http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2012/fEspacio/2.pdf>

Design Boom. (s.f.). *standardarchitecture studio visit*. Recuperado de <https://www.designboom.com/architecture/standardarchitecture-studio-visit/>

Insuasty, P., y Arteaga, R. (2015). *Arquitectura y patrimonio sostenible: intervenciones contemporáneas en el centro histórico de Cartagena de Indias*. Bogotá: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

Jackson, P. (2011). *Técnicas de plegado para diseñadores y arquitectos*. México: Promopress.

Kunihiko, K., y Takahama, T. (2000). *Papiroflexia. Origami para expertos*. México: Edaf.

Puebla, J., y Martínez, V. (2010). El diagrama como estrategia del proyecto arquitectónico contemporáneo. *Expresión gráfica arquitectónica*. Recuperado de <https://polipapers.upv.es/index.php/EGA/article/viewFile/1016/1067>

Vidal, E. (2017). *La relación entre forma y estructura en la arquitectura y en la ingeniería civil. Frei Otto y Emilio Pérez Piñero* [Trabajo final de grado]. Universitat Politècnica d'València, España. Recuperado de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/110261/Vidal%20-%20CPA-F0160%20La%20relaci%C3%B3n%20entre%20forma%20y%20estructura%20en%20la%20arquitectura%20y%20en%20la%20ingenier%C3%ADa%20civil.pdf>