

Fundamentos del diseño
bi- y tri-dimensional

Wucius Wong

d i s

e ñ o

Editorial Gustavo Gili, S. A.

08029 Barcelona Rosselló, 87-89. Tel. 322 81 61

28006 Madrid Alcántara, 21. Tel. 401 17 02

1064 Buenos Aires Cochabamba, 154-158. Tel. 361 99 98

México, Naucalpan 53050 Valle de Bravo, 21. Tel. 560 60 11

Bogotá Calle 58, N.º 19-12. Tels. 217 69 39 y 235 61 25

Santiago de Chile Vicuña Mackenna, 462. Tel. 222 45 67

Wucius Wong

Fundamentos del diseño
bi- y tri-dimensional

GG Diseño

Director de la Colección

Yves Zimmermann

Títulos originales

Principles of Two-Dimensional Design

Principles of Three-Dimensional Design

Versión castellana de Homero Alsina Thevenet

- 1.^ª edición 1979
- 2.^ª edición 1981
- 3.^ª edición 1982
- 4.^ª edición 1985
- 5.^ª edición 1986
- 6.^ª edición 1989
- 7.^ª edición 1991

por Van Nostrand Reinhold Company, de Nueva York
y para la edición castellana
Editorial Gustavo Gili, S. A., Barcelona

Printed in Spain

Indice

Primera parte

1. Introducción	9
2. Forma	13
3. Repetición	19
4. Estructura	27
5. Similitud	37
6. Gradación	43
7. Radiación	53
8. Anomalia	65
9. Contraste	71
10. Concentración	79
11. Textura	83
12. Espacio	93

Segunda parte

1. Introducción	102
2. Planos seriados	107
3. Estructuras de pared	119
4. Prismas y cilindros	131
5. Repetición	144
6. Estructuras poliédricas	155
7. Planos triangulares	167
8. Estructura lineal	175
9. Capas lineales	184
10. Líneas enlazadas	193

Prefacio

Este libro derivó de los varios años en que he enseñado diseño bi-dimensional en la Universidad china de Hong-Kong, Departamento de Estudios Extramurales. No se trataba de un curso para los mismos estudiantes de la universidad, sino para toda persona que quisiera aprender en su tiempo libre los fundamentos del diseño. La calidad de mis estudiantes, que procedían de sitios diversos, fue así muy despareja. Casi todos ellos trabajaban durante el día, y podían fácilmente faltar al curso si no les agradaba. La clase se realizaba una vez por semana, de noche, con dos horas en cada sesión y a lo largo de doce sesiones. Cuando el curso fue inaugurado en 1966, Hong-Kong carecía prácticamente de toda instrucción organizada sobre el diseño.

El curso se realizó en aulas comunes, sin facilidades de talleres. Fue planeado en tal forma que se fijaba un ejercicio para hacer luego de cada charla, el que debía ser entregado y discutido en la sesión siguiente. Tales ejercicios eran hechos en casa y cada uno de ellos requería dedicarles entre cinco y ocho horas.

Con el paso de los años, el curso fue repetido cuatro o cinco veces. Cuando enseñé primeramente el tema, mis teorías sobre el diseño estaban aún lejos de ser formuladas. El contenido del curso fue revisado cada vez que lo dicté. Incluso al escribir este libro, se han hecho muchas alteraciones y modificaciones a mis charlas previas.

Lo que procuro es desarrollar alguna suerte de lógica visual, a través de la cual los estudiantes puedan llegar a comprender los elementos del diseño, la posibilidad de organizarlos y las limitaciones que presentan. En lugar de describir los términos habitualmente vagos que encontramos en la estética, confío en presentar situaciones definidas y concretas, cada una de ellas con variaciones infinitas que se pueden explorar.

El libro trata así sobre conceptos de formas y de estructuras, cubriendo la mayor parte de las situaciones en la composición bi-dimensional, sea formal o informal. Los tipos más formales de composición ocupan la mayor parte del libro porque son, en mi opinión, las disciplinas básicas que un principiante del diseño

debe comprender plenamente. No existen atajos para el diseño, pero quizá con este libro los estudiantes puedan ser guiados hacia una actitud analítica y una visión más clara.

Los problemas del color en el diseño y los del diseño tri-dimensional se agregan a la segunda parte de la presente edición en castellano.

Quiero hacer constar mi agradecimiento a muchos de mis estudiantes, cuyos trabajos se han incluido en el libro: a Cheung Shu-sun, que diseñó la portada original; a Leung Kui-ting, que ayudó con la fotografía; a John Warner, director del Museo de la Ciudad y de la Galería de Arte, en Hong-Kong, quien me alentó a la enseñanza, fuera de mis deberes habituales en el museo; a T.C. Lai, director de Estudios Extramurales en la universidad china de Hong-Kong, quien siempre manifestó un atento interés por mis cursos; y finalmente, pero no en menor grado, a Porter A. McCray, director del Programa Cultural Asiático, J.D.R., Tercer Fondo, Nueva York, quien me aportó la posibilidad de una beca, la que me permitió una nueva visita a Estados Unidos durante 1970-1971, lo que derivó a muchas nuevas inspiraciones.

El libro está especialmente dedicado a mi esposa Pansy, quien colaboró, entre otras cosas, en pasar a máquina el texto, en la preparación de todos los diagramas y en el diseño general del libro.

W.W.

1. Introducción

Muchos piensan en el diseño como en algún tipo de esfuerzo dedicado a embellecer la apariencia exterior de las cosas. Ciertamente, el solo embellecimiento es una parte del diseño, pero el diseño es mucho más que eso.

Miremos en nuestro derredor. El diseño no es sólo adorno. La silla bien diseñada no sólo posee una apariencia exterior agradable, sino que se mantiene firme sobre el piso y da un confort adecuado a quien se sienta en ella. Además, debe ser segura y bastante duradera, puede ser producida a un coste comparativamente económico, puede ser embalada y despachada en forma adecuada y, desde luego, debe cumplir una función específica, sea para trabajar, para descansar, para comer o para otras actividades humanas.

El diseño es un proceso de creación visual con un propósito. A diferencia de la pintura y de la escultura, que son la realización de las visiones personales y los sueños de un artista, el diseño cubre exigencias prácticas. Una unidad de diseño gráfico debe ser colocada frente a los ojos del público y transportar un mensaje prefijado. Un producto industrial debe cubrir las necesidades de un consumidor.

En pocas palabras, un buen diseño es la mejor expresión visual de la esencia de "algo", ya sea esto un mensaje o un producto. Para hacerlo fiel y eficazmente, el diseñador debe buscar la mejor forma posible para que ese "algo" sea conformado, fabricado, distribuido, usado y relacionado con su ambiente. Su creación no debe ser sólo estética sino también funcional, mientras refleja o guía el gusto de su época.

El lenguaje visual

El diseño es práctico. El diseñador es un hombre práctico. Pero antes de que esté preparado para enfrentarse con problemas prácticos, debe dominar un lenguaje visual.

Este lenguaje visual es la base de la creación del diseño. Dejando aparte el aspecto funcional del diseño, existen principios, reglas o conceptos, en lo que se refiere a la organización visual, que pueden importar a un diseñador. Un

diseñador puede trabajar sin un conocimiento consciente de ninguno de tales principios, reglas o conceptos, porque su gusto personal y su sensibilidad a las relaciones visuales son mucho más importantes, pero una prolija comprensión de ellos habrá de aumentar en forma definida su capacidad para la organización visual.

En el programa de estudios del primer año, en toda escuela de arte y en todo departamento artístico universitario, y fuera de los campos de especialización que los estudiantes puedan proseguir después, siempre existe un curso variablemente denominado Diseño Básico, Diseño Fundamental, Diseño Bidimensional, etcétera, que se refiere a la gramática de este lenguaje visual.

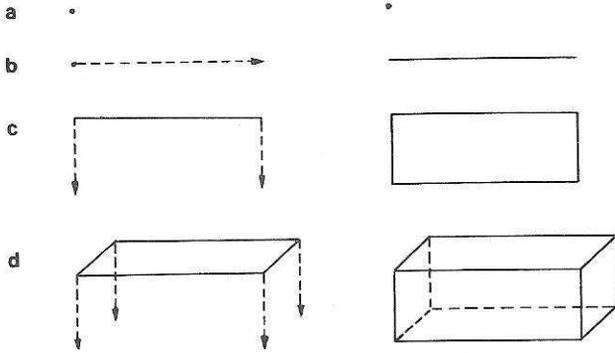
Interpretando el lenguaje visual

Hay numerosas formas de interpretar el lenguaje visual. A diferencia del lenguaje hablado o escrito, cuyas leyes gramaticales están más o menos establecidas, el lenguaje visual carece de leyes obvias. Cada teórico del diseño puede poseer un conjunto de descubrimientos distintos por completo.

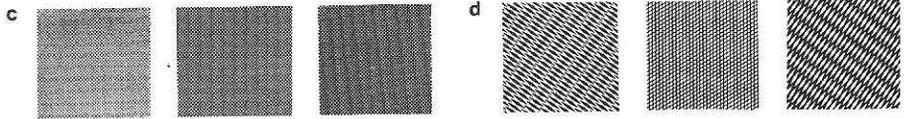
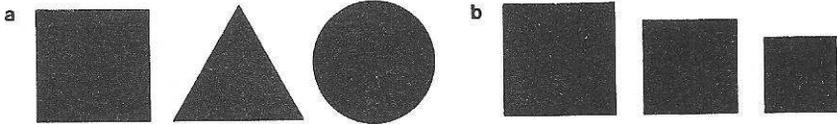
Mis propias interpretaciones, tal como se desarrollan en este libro, pueden parecer bastantes rígidas y excesivamente simplificadas. Los lectores descubrirán en seguida que mis teorías tienen mucha relación con un pensamiento sistemático y muy poca con la emoción y la intuición. Esto se debe a que prefiero enfrentar a los principios en términos precisos y concretos, con una máxima objetividad y una mínima ambigüedad.

No debemos olvidar que el diseñador es una persona que resuelve problemas. Los problemas que debe encarar le son siempre dados. Esto supone que él no puede alterar ninguno de los problemas, sino que debe encontrar las soluciones apropiadas. Ciertamente, una solución inspirada podrá ser conseguida de forma intuitiva, pero en casi todos los casos el diseñador deberá confiar en su mente inquisitiva, la que explora todas las situaciones visuales posibles,

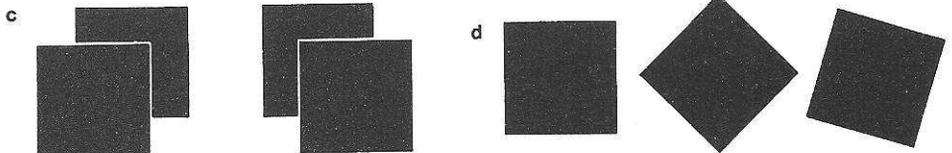
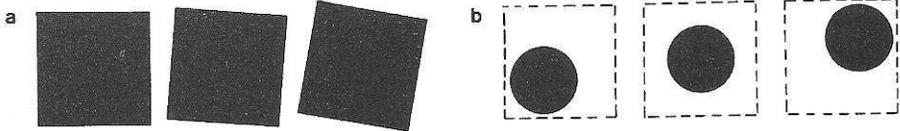
1



2



3



dentro de las exigencias de los problemas específicos.

Elementos de diseño

Mi teoría comienza con una lista de los elementos del diseño. Esta lista es necesaria porque los elementos formarán la base de todas nuestras futuras discusiones.

En realidad, los elementos están muy relacionados entre sí y no pueden ser fácilmente separados en nuestra experiencia visual general. Tomados por separado, pueden parecer bastante abstractos, pero reunidos determinan la apariencia definitiva y el contenido de un diseño.

Se distinguen cuatro grupos de elementos:

- a) Elementos conceptuales.
- b) Elementos visuales.
- c) Elementos de relación.
- d) Elementos prácticos.

Elementos conceptuales

Los elementos conceptuales no son visibles. No existen de hecho, sino que parecen estar presentes. Por ejemplo, creemos que hay un punto en el ángulo de cierta forma, que hay una línea en el contorno de un objeto, que hay planos que envuelven un volumen y que un volumen ocupa un espacio. Estos puntos, líneas, planos y volúmenes no están realmente allí; si lo están, ya no son conceptuales.

a) *Punto*. Un punto indica posición. No tiene largo ni ancho. No ocupa una zona del espacio. Es el principio y el fin de una línea, y es donde dos líneas se encuentran o se cruzan (figura 1a).

b) *Línea*. Cuando un punto se mueve, su recorrido se transforma en una línea. La línea tiene largo, pero no ancho. Tiene posición y dirección. Está limitada por puntos. Forma los bordes de un plano (fig. 1b).

c) *Plano*. El recorrido de una línea en movimiento (en una dirección distinta a la suya intrínseca) se convierte en un plano. Un plano tiene largo y ancho, pero no grosor. Tiene posi-

ción y dirección. Está limitado por líneas. Define los límites extremos de un volumen (fig. 1c).

d) *Volumen*. El recorrido de un plano en movimiento (en una dirección distinta a la suya intrínseca) se convierte en un volumen. Tiene una posición en el espacio y está limitado por planos. En un diseño bidimensional, el volumen es ilusorio (fig. 1d).

Elementos visuales

Cuando dibujamos un objeto en un papel, empleamos una línea visible para representar una línea conceptual. La línea visible tiene no sólo largo, sino también ancho. Su color y su textura quedan determinados por los materiales que usamos y por la forma en que los usamos.

Así, cuando los elementos conceptuales se hacen visibles, tienen forma, medida, color y textura. Los elementos visuales forman la parte más prominente de un diseño, porque son lo que realmente vemos.

a) *Forma*. Todo lo que pueda ser visto posee una forma que aporta la identificación principal en nuestra percepción (fig. 2a).

b) *Medida*. Todas las formas tienen un tamaño. El tamaño es relativo si lo describimos en términos de magnitud y de pequeñez, pero asimismo es físicamente mensurable (fig. 2b).

c) *Color*. Una forma se distingue de sus cercanías por medio del color. El color se utiliza en su sentido amplio, comprendiendo no sólo los del espectro solar sino asimismo los neutros (blanco, negro, los grises intermedios) y asimismo sus variaciones tonales y cromáticas (fig. 2c).

d) *Textura*. La textura se refiere a las cercanías en la superficie de una forma. Puede ser plana o decorada, suave o rugosa, y puede atraer tanto al sentido del tacto como a la vista (fig. 2d).

Elementos de relación

Este grupo de elementos gobierna la ubicación y la interrelación de las formas en un

diseño. Algunos pueden ser percibidos, como la dirección y la posición; otros pueden ser sentidos, como el espacio y la gravedad.

a) *Dirección*. La dirección de una forma depende de cómo está relacionada con el observador, con el marco que la contiene o con otras formas cercanas (fig. 3a).

b) *Posición*. La posición de una forma es juzgada por su relación respecto al cuadro o la estructura (véase capítulo 4) del diseño (fig. 3b).

c) *Espacio*. Las formas de cualquier tamaño, por pequeñas que sean, ocupan un espacio. Así, el espacio puede estar ocupado o vacío. Puede asimismo ser liso o puede ser ilusorio, para sugerir una profundidad (fig. 3c).

d) *Gravedad*. La sensación de gravedad no es visual sino psicológica. Tal como somos atraídos por la gravedad de la Tierra, tenemos tendencia a atribuir pesantéz o liviandad, estabilidad o inestabilidad, a formas, o grupos de formas, individuales (fig. 3d).

Elementos prácticos

Los elementos prácticos subyacen al contenido y el alcance de un diseño. Están más allá del alcance de este libro, pero quisiera mencionarlos aquí:

a) *Representación*. Cuando una forma ha sido derivada de la naturaleza, o del mundo hecho por el ser humano, es representativa. La representación puede ser realista, estilizada o semiabstracta.

b) *Significado*. El significado se hace presente cuando el diseño transporta un mensaje.

c) *Función*. La función se hace presente cuando un diseño debe servir un determinado propósito.

La referencia al marco

Los mencionados elementos existen normalmente dentro de límites que denominamos "referencia al marco". Esta referencia señala los límites exteriores de un diseño y define la zona dentro de la cual funcionan juntos los elementos

creados y los espacios que se han dejado en blanco.

La referencia al marco no supone necesariamente un marco real. En ese caso, el marco debe ser considerado como parte integral del diseño. Los elementos visuales del marco visible no deben ser descuidados. Si no existe un marco real, los bordes de un cartel, o las páginas de una revista o las diversas superficies de un paquete se convierten en referencias al marco para los diseños respectivos.

El marco de un diseño puede ser de cualquier forma, aunque habitualmente es rectangular. La forma básica de una hoja impresa es la referencia al marco para el diseño que ella contiene.

El plano de la imagen

Dentro de la referencia al marco está el plano de la imagen. El plano de la imagen es en realidad la superficie plana del papel (o de otro material) en el que el diseño ha sido creado.

Las formas son directamente pintadas o impresas en ese plano de la imagen, pero pueden parecer situadas arriba, debajo u oblicuas con él, debido a ilusiones espaciales, que serán plenamente tratadas en el capítulo 12.

Forma y estructura

Todos los elementos visuales constituyen lo que generalmente llamamos "forma", que es el objetivo primario en nuestra actual investigación sobre el lenguaje visual. La forma, en este sentido, no es sólo una forma que se ve, sino una figura de tamaño, color y textura determinados.

La manera en que una forma es creada, construida u organizada junto a otras formas, es a menudo gobernada por cierta disciplina a la que denominamos "estructura". La estructura que incluye a los elementos de relación es asimismo esencial para nuestros estudios.

Tanto la forma como la estructura serán prolijamente tratadas en los otros capítulos.

2. Forma

La forma y los elementos conceptuales

Como fuera señalado, los elementos conceptuales no son visibles. Así, el punto, la línea o el plano, cuando son visibles, se convierten en forma. Un punto sobre el papel, por pequeño que sea, debe tener una figura, un tamaño, un color y una textura si se quiere que sea visto. También debe señalarse lo mismo de una línea o de un plano. En un diseño bidimensional, el volumen es imaginario.

Los puntos, líneas o planos visibles son formas en un verdadero sentido, aunque formas tales como puntos o líneas son simplemente denominados puntos o líneas en la práctica.

La forma como punto

Una forma es reconocida como un punto porque es pequeña.

La pequeñez, desde luego, es relativa. Una forma puede parecer bastante grande cuando está contenida dentro de un marco pequeño, pero la misma forma puede parecer muy pequeña si es colocada dentro de un marco mucho mayor (fig. 4).

La forma más común de un punto es la de un círculo simple, compacto, carente de ángulos y de dirección. Sin embargo, un punto puede ser cuadrado, triangular, oval o incluso de una forma irregular (fig. 5).

Por lo tanto, las características principales de un punto son: *a)* su tamaño debe ser comparativamente pequeño, y *b)* su forma debe ser simple.

La forma como línea

Una forma es reconocida como línea por dos razones: *a)* su ancho es extremadamente estrecho; *b)* su longitud es prominente.

Una línea, por lo general, transmite la sensación de delgadez. La delgadez, igual que la pequeñez, es relativa. La relación entre la longitud y el ancho de una forma puede convertirla en una línea, pero no existe para esto un criterio absoluto.

En una línea deben ser considerados tres aspectos separados:

La forma total. Se refiere a su apariencia general, que puede ser descrita como recta, curva, quebrada, irregular o trazada a mano (figura 6a).

El cuerpo. Como una línea tiene un ancho, su cuerpo queda contenido entre ambos bordes. Las formas de estos bordes y la relación entre ambos determinan la forma del cuerpo. Habitualmente, los bordes son lisos y paralelos, pero a veces pueden ocasionar que el cuerpo de la línea parezca afilado, nudoso, vacilante o irregular (fig. 6b).

Las extremidades. Éstas pueden carecer de importancia si la línea es muy delgada. Pero si la línea es ancha, la forma de sus extremos puede convertirse en prominente. Pueden ser cuadrados, redondos, puntiagudos o de cualquier otra forma simple (fig. 6c).

Los puntos dispuestos en una hilera pueden dar la sensación de una línea. Pero en este caso la línea es conceptual y no visual, porque lo que vemos es todavía una serie de puntos (fig. 6d).

La forma como plano

En una superficie bidimensional, todas las formas lisas que comúnmente no sean reconocidas como puntos o líneas son planos.

Una forma plana está limitada por líneas conceptuales que constituyen los bordes de la forma. Las características de estas líneas conceptuales, y sus interrelaciones, determinan la figura de la forma plana.

Las formas planas tienen una variedad de figuras, que pueden ser clasificadas como sigue:

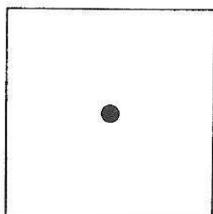
a) Geométricas, construidas matemáticamente (fig. 7a).

b) Orgánicas, rodeadas por curvas libres, que sugieren fluidez y desarrollo (fig. 7b).

c) Rectilíneas, limitadas por líneas rectas que no están relacionadas matemáticamente entre sí (fig. 7c).

d) Irregulares, limitadas por líneas rectas y curvas que no están relacionadas matemáticamente entre sí (fig. 7d).

4



5



6

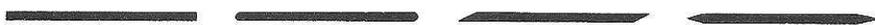
a



b



c

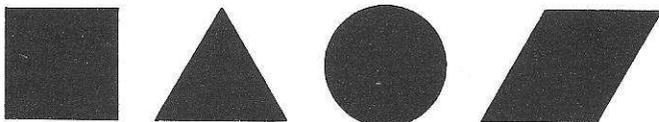


d



7

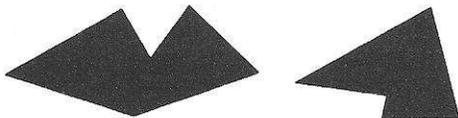
a



b



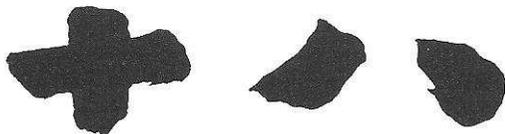
c



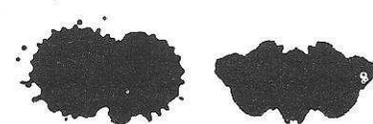
d



e



f



e) *Manuscritas*, caligráficas o creadas a mano alzada (fig. 7e).

f) *Accidentales*, determinadas por el efecto de procesos o materiales especiales, u obtenidas accidentalmente (fig. 7f).

Las formas planas pueden ser sugeridas por medio del dibujo. En este caso, debe considerarse el grosor de las líneas. Los puntos dispuestos en una fila pueden asimismo sugerir una forma plana.

Los puntos o líneas, agrupados en forma densa y regular, pueden sugerir asimismo formas planas. Se convierten en la textura del plano.

La forma como volumen

La forma como volumen es completamente ilusoria y exige una especial situación espacial. Una discusión completa sobre ello se encontrará en el capítulo 12.

Formas positivas y negativas

Por regla general, a la forma se la ve como ocupante de un espacio, pero también puede ser vista como un espacio blanco, rodeado de un espacio ocupado.

Cuando se la percibe como ocupante de un espacio, la llamamos forma "positiva". Cuando se la percibe como un espacio en blanco, rodeado por un espacio ocupado, la llamamos forma "negativa" (fig. 8).

En el diseño en blanco y negro, tendemos a considerar al negro como ocupado y al blanco como vacío. Así, una forma negra es reconocida como positiva y una forma blanca como negativa. Pero tales formas no corresponden siempre a la realidad. Especialmente cuando las formas se penetran o interfieren entre sí (véase en este capítulo la sección sobre interrelación de las formas) ya no es fácil separar lo que es positivo y lo que es negativo.

La forma, sea positiva o negativa, es mencionada comúnmente como la "figura", que está sobre un "fondo". Aquí el "fondo" designa a la

zona cercana a la forma o "figura". En casos ambiguos, la relación entre figura y fondo puede ser reversible. Esto será tratado en el capítulo 12.

La forma y la distribución del color

Sin cambiar ninguno de los elementos en un diseño, la distribución de colores dentro de un esquema definido de colores puede adoptar una gran escala de variaciones. Pongamos un ejemplo muy simple. Supongamos que tenemos una forma que existe dentro de un marco y que podemos usar sólo blanco y negro. Se pueden obtener cuatro formas diferentes en la distribución del color:

a) Forma blanca sobre fondo blanco (fig. 9a).

b) Forma blanca sobre fondo negro (fig. 9b).

c) Forma negra sobre fondo blanco (fig. 9c).

d) Forma negra sobre fondo negro (fig. 9d).

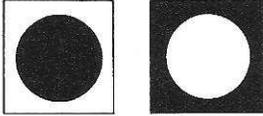
En el caso a), el diseño es totalmente blanco y la forma desaparece. En el b) tenemos una forma negativa. En el c) tenemos una forma positiva. En el d) el diseño es totalmente negro, y la forma desaparece, igual que en el a). Desde luego, podemos tener la forma dibujada en negro dentro del a), y dibujada en blanco dentro del d) (fig. 10).

Si aumenta la complejidad del diseño, aumentan asimismo las diferentes posibilidades para la distribución del color. Para ilustrarlo nuevamente tenemos dos círculos que se cruzan entre sí dentro de un marco. En el ejemplo anterior teníamos solamente dos zonas definidas donde distribuir nuestros colores. Ahora tenemos cuatro zonas. Utilizando todavía blanco y negro, podemos presentar dieciséis variantes distintas en lugar de cuatro (fig. 11).

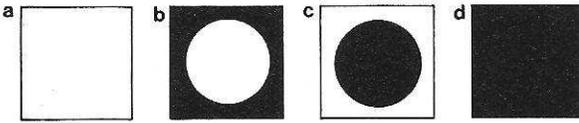
Interrelación de formas

Las formas pueden encontrarse entre sí de

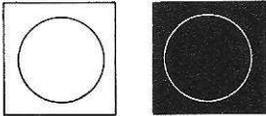
8



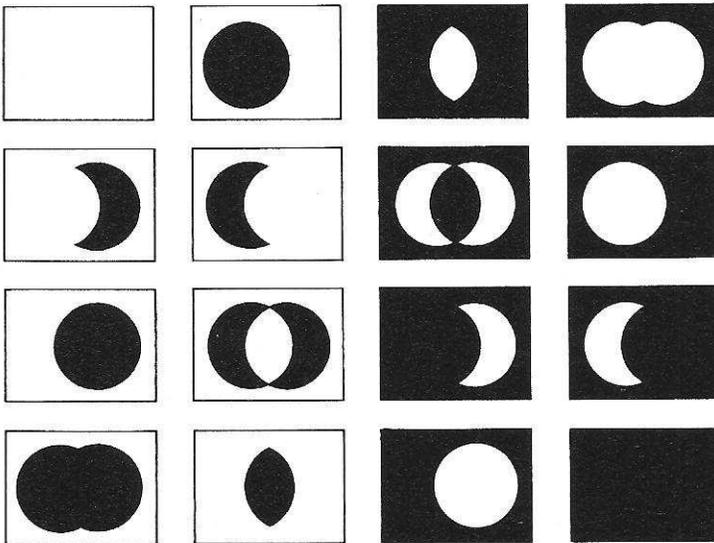
9



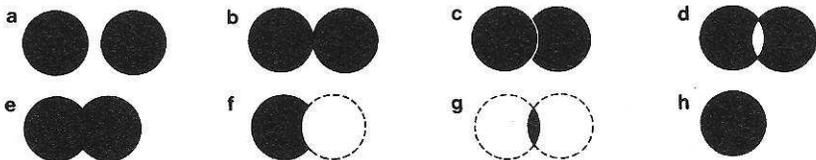
10



11



12



diferentes maneras. Hemos demostrado que cuando una forma se superpone a otra, los resultados no son tan simples como podíamos haber creído.

Ahora elegimos dos círculos y vemos cómo pueden ser reunidos. Escogemos dos círculos de la misma medida para evitar complicaciones innecesarias. Pueden distinguirse ocho maneras diferentes para su interrelación:

a) *Distanciamiento*. Ambas formas quedan separadas entre sí, aunque puedan estar muy cercanas (fig. 12a).

b) *Toque*. Si acercamos ambas formas, comienzan a tocarse. El espacio que las mantenía separadas en a) queda así anulado (fig. 12b).

c) *Superposición*. Si acercamos aún más ambas formas, una se cruza sobre la otra y parece estar por encima, cubriendo una porción de la que queda debajo (fig. 12c).

d) *Penetración*. Igual que en c), pero ambas formas parecen transparentes. No hay una relación obvia de arriba y debajo entre ellas, y los contornos de ambas formas siguen siendo enteramente visibles (fig. 12d).

e) *Unión*. Igual que en c), pero ambas formas quedan reunidas y se convierten en una forma nueva y mayor. Ambas formas pierden una parte de su contorno cuando están unidas (figura 12e).

f) *Sustracción*. Cuando una forma invisible se cruza sobre otra visible, el resultado es una sustracción. La porción de la forma visible que queda cubierta por la invisible se convierte asimismo en invisible. La sustracción puede ser considerada como la superposición de una forma negativa sobre una positiva (fig. 12f).

g) *Intersección*. Igual que en d), pero solamente es visible la porción en que ambas formas se cruzan entre sí. Como resultado de la intersección, surge una forma nueva y más pequeña. Puede no recordarnos las formas originales con las que fue creada (fig. 12g).

h) *Coincidencia*. Si acercamos aún más ambas formas, habrán de coincidir. Los dos círculos se convierten en uno (fig. 12h).

Las diversas clases de interrelaciones deben siempre ser exploradas cuando se organizan formas dentro de un diseño.

Efectos espaciales en interrelaciones de formas

El distanciamiento, el toque, la superposición, la penetración, la unión, la sustracción, la intersección o la coincidencia de formas: cada clase de interrelación produce diferentes efectos espaciales.

En el distanciamiento, ambas formas pueden parecer equidistantes del ojo, o una más cercana y otra más lejana.

En el toque, la situación espacial de ambas formas es asimismo flexible, como en el distanciamiento. El color desempeña un papel importante para determinar la situación espacial.

En la superposición, es obvio que una forma está delante o encima de la otra.

En la penetración, la situación espacial es un poco vaga, pero con la manipulación de colores es posible colocar una forma sobre la otra.

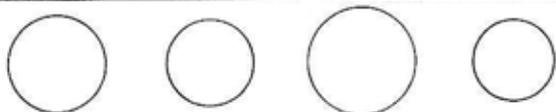
En la unión, las formas aparecen habitualmente como equidistantes del ojo, porque se convierten en una forma nueva.

En la sustracción, igual que en la penetración, nos enfrentamos a una forma nueva. Ninguna variación espacial es posible.

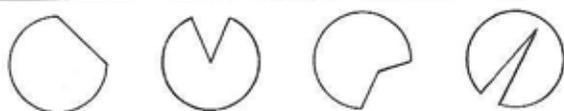
En la coincidencia, solamente tenemos una forma si las dos anteriores son idénticas en figura, tamaño y dirección. Si una es más pequeña en tamaño, o diferente de la otra en figura, en dirección o en ambas cosas, no habrá una coincidencia real y se producirán la superposición, la penetración, la unión, la sustracción o la intersección, con los posibles efectos espaciales ya mencionados.

13

a



b



c



d

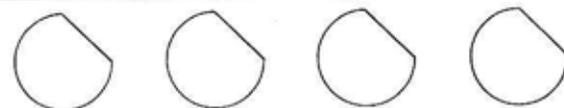


e



14

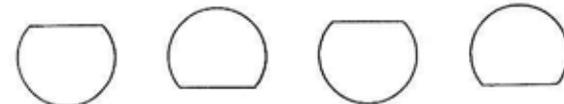
a



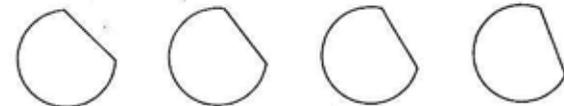
b



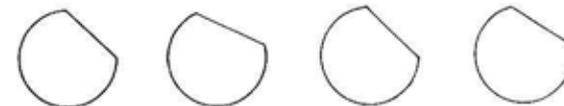
c



d



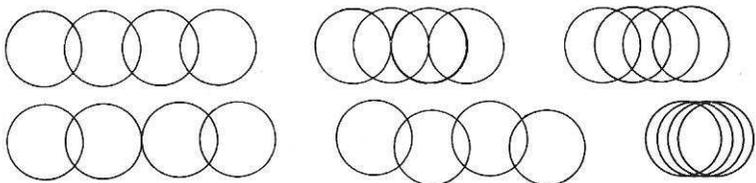
e



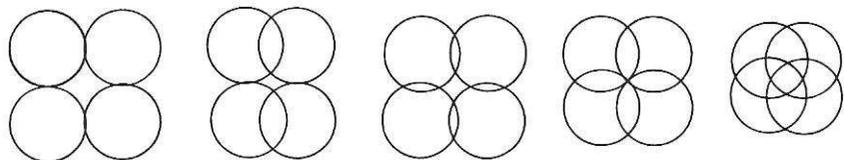
18

15

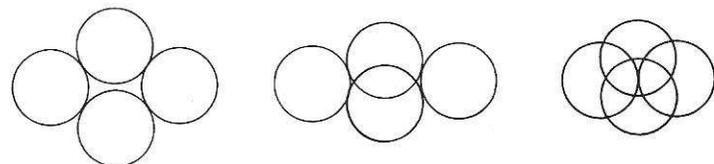
a



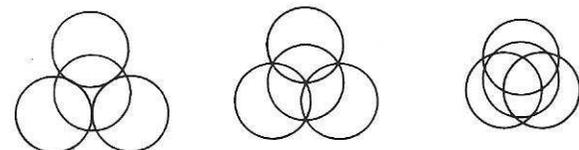
b



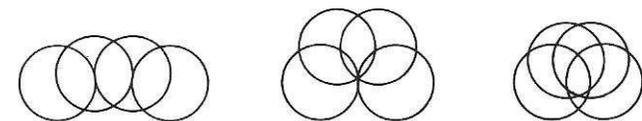
c



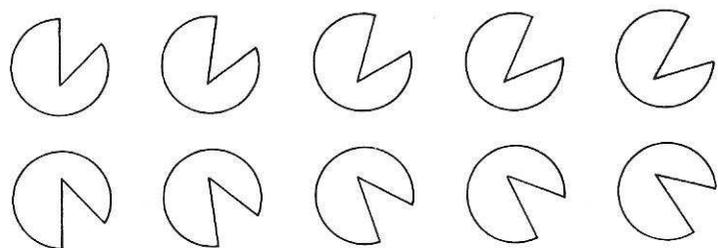
d



e



16



20

de dirección. Pueden distinguirse varias clases de arreglos direccionales:

- a) Direcciones repetidas (fig. 14a).
- b) Direcciones indefinidas (fig. 14b).
- c) Direcciones alternadas (fig. 14c).
- d) Direcciones en gradación (fig. 14d).
- e) Direcciones similares (fig. 14 e).

Las direcciones repetidas y las dispuestas en forma más regular pueden ser mezcladas con algunas direcciones irregulares.

Variaciones espaciales. Éstas pueden ser obtenidas reuniendo a las formas en una cantidad de interrelaciones, como se describió en el capítulo previo. El uso imaginativo de la superposición, la penetración, la unión o las combinaciones y negativas puede conducir a resultados sorprendentes.

Submódulos y supermódulos

Un módulo puede estar compuesto por elementos más pequeños, que son utilizados en repetición. Tales elementos más pequeños son denominados "submódulos".

Si los módulos, al ser organizados en un diseño, se agrupan juntos para convertirse en una forma mayor, que luego es utilizada en repetición, denominamos "supermódulos" a estas formas mayores o nuevas. Los supermódulos pueden ser utilizados en un diseño junto a módulos comunes si así fuera necesario.

Tal como podemos tener más de un solo tipo de módulos, podemos tener también, si así se desea, una variedad de supermódulos.

El encuentro de los cuatro círculos

Para ilustrar la formación de supermódulos, vemos cómo pueden agruparse cuatro círculos del mismo tamaño. Las posibilidades son claramente ilimitadas, pero podemos examinar algunas de las formas más comunes de disposición:

a) *Disposición lineal.* Los círculos son alineados como si fueran guiados por una línea conceptual que pasara por los centros de todos

los círculos. La línea conceptual puede ser recta, curva o quebrada. La distancia entre los círculos puede ser regulada como se desee. Nótese, en un caso extremo, que cada uno de los círculos cruza simultáneamente sobre los otros tres, produciendo hasta trece divisiones (fig. 15a).

b) *Disposición cuadrada o rectangular.* En este caso los cuatro círculos ocupan cuatro puntos que, entre sí, pueden formar un cuadrado o un rectángulo. Igual que en el caso a), se produce un caso extremo que muestra trece divisiones cuando todos los círculos se penetran profundamente entre sí (fig. 15b).

c) *Disposición en rombo.* Aquí los cuatro círculos ocupan cuatro puntos que, unidos entre sí, pueden formar un rombo. Regulando la distancia entre los círculos, pueden surgir varios tipos de supermódulos (fig. 15c).

d) *Disposición triangular.* Aquí los cuatro círculos son dispuestos para que tres de ellos ocupen los tres extremos de un triángulo, con el cuarto en el centro. Esto produce también interesantes supermódulos (fig. 15d).

e) *Disposición circular.* Cuatro círculos en disposición circular producen el mismo resultado que en la disposición cuadrada, pero la disposición circular puede ser muy singular agregando más círculos. Cuatro círculos pueden ser dispuestos para sugerir un arco de círculo, pero esto puede ser similar a una disposición lineal (fig. 15e).

Repetición y reflexión

La reflexión es un caso especial de la repetición. Por reflexión entendemos que una forma es espejada, resultando una nueva forma que se parece mucho a la original, pero una va hacia la izquierda, la otra hacia la derecha y las dos nunca pueden coincidir exactamente.

La reflexión sólo es posible cuando la forma no es simétrica, ya que una forma simétrica resulta ser la misma tras la reflexión.

La rotación de una forma en cualquier dirección no puede nunca producir su forma reflejada. La forma reflejada posee un conjunto completamente distinto de rotaciones (fig. 16).

Todas las formas simétricas pueden ser divididas en dos partes: una parte componente y su reflexión. La unión de ambas partes produce la forma simétrica.

Notas sobre los ejercicios

Las figuras 17a, b, c, d, e y f representan el resultado de un problema simple: la repetición de módulos (círculos) de una misma forma y un mismo tamaño. No existe restricción sobre la cantidad de círculos utilizada.

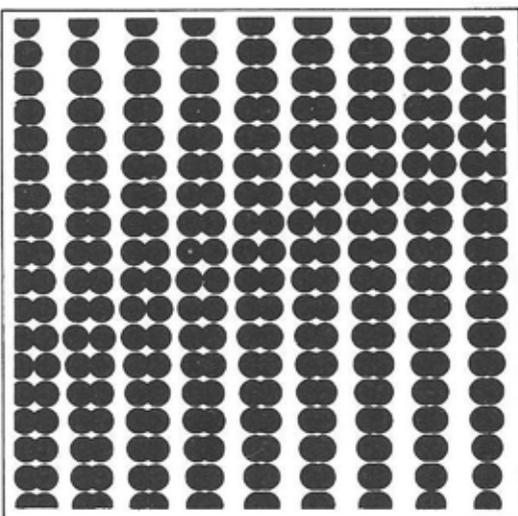
Las figuras 18a, b, c, d, e, f, g y h representan los resultados de un problema más complejo: se pidió a los estudiantes que utilizaran de dos a cuatro módulos (círculos) de igual forma y tamaño, para construir un supermódulo, que luego es repetido cuatro veces para hacer un diseño. Aquí hay dos niveles de ideas. Primero, los módulos no son usados directamente para crear el diseño sino que son agrupados para convertirse en supermódulos. Segundo, los supermódulos son utilizados para el diseño final. La cantidad de círculos a utilizar en este problema no debía ser menor de ocho ni mayor de dieciséis.

Los resultados del primer problema parecen ser más agradables porque hay menos restricciones; por otra parte, cuando intentaron el ejercicio, los estudiantes no eran totalmente ajenos a algunas de las estructuras luego tratadas en este libro.

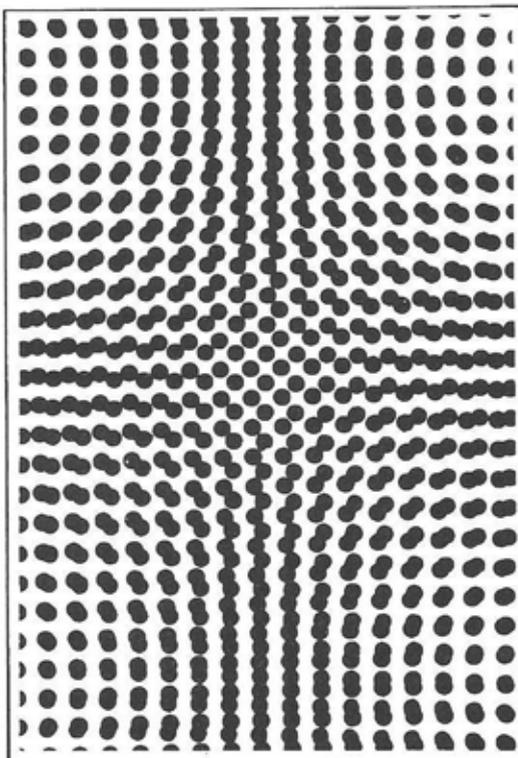
El segundo problema es más difícil. Sin embargo, los resultados demuestran esfuerzos especiales en la exploración de las diversas interrelaciones de formas.

Es interesante comparar los resultados de cada problema y ver cuánto puede hacer uno con la repetición de un círculo en blanco y negro. Me gustaría subrayar aquí que todos los ejercicios ilustrados en este libro fueron realizados en blanco y negro, sin tonos grises intermedios. Esto puede imponer una gran limitación, pero puede ayudar al principiante a conseguir una debida comprensión de las relaciones entre blanco y negro, que son tan esenciales en todos los trabajos de diseño que requieren la tecnología de la impresión.

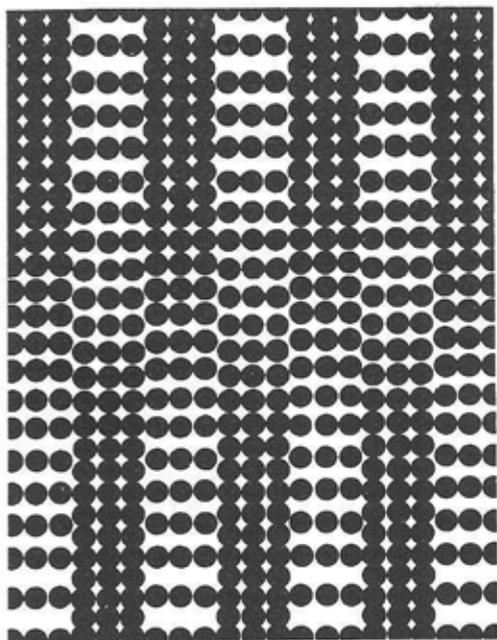
17



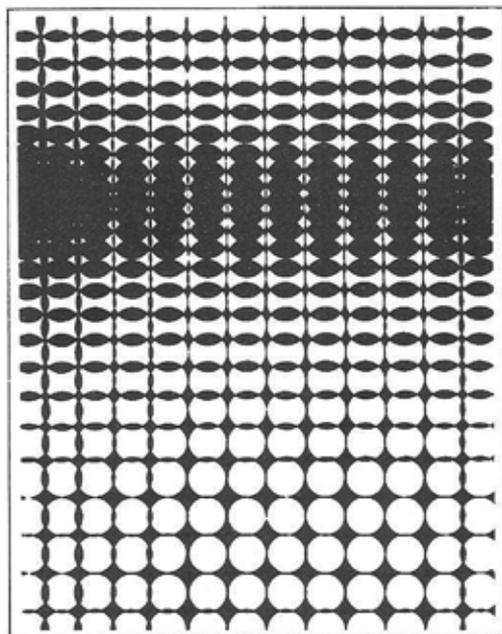
a



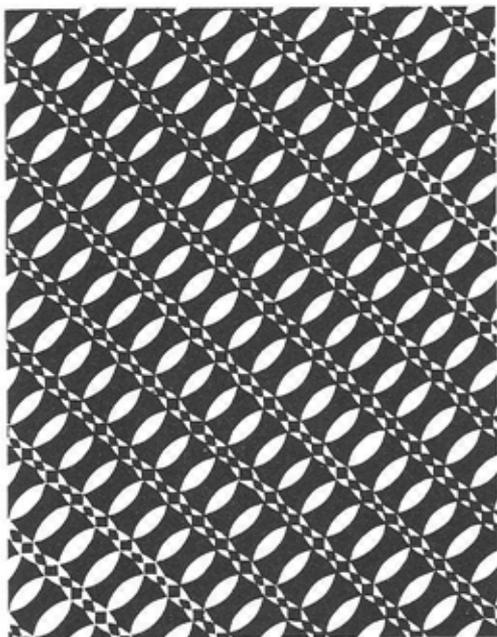
b



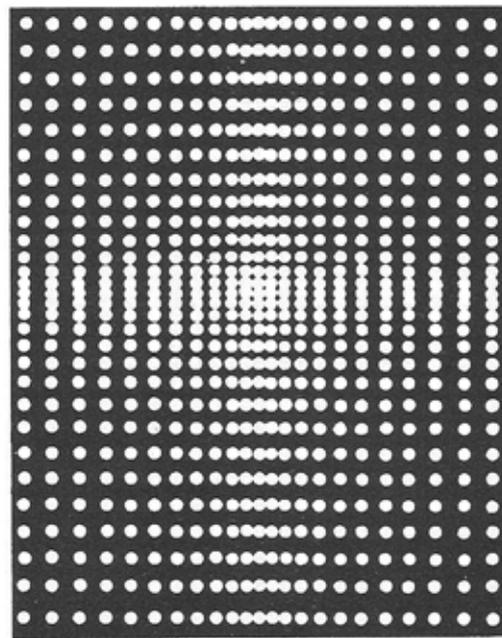
c



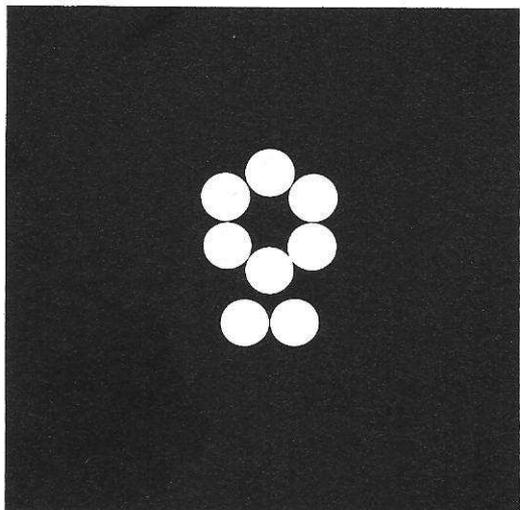
d



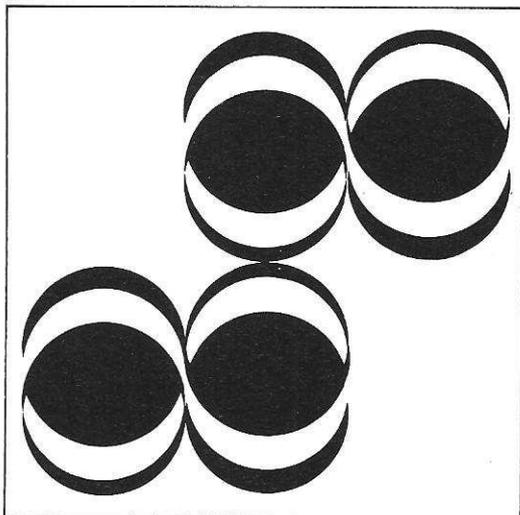
e



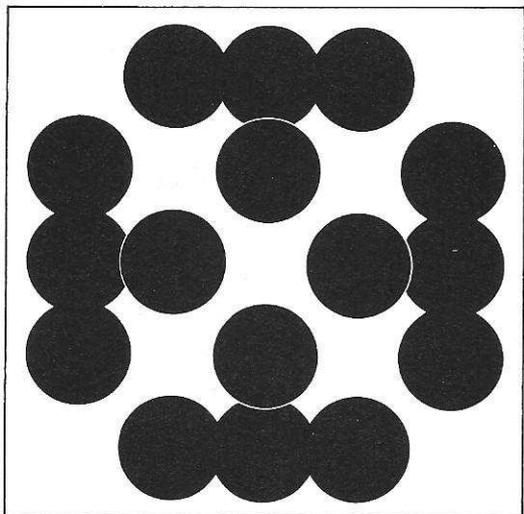
f



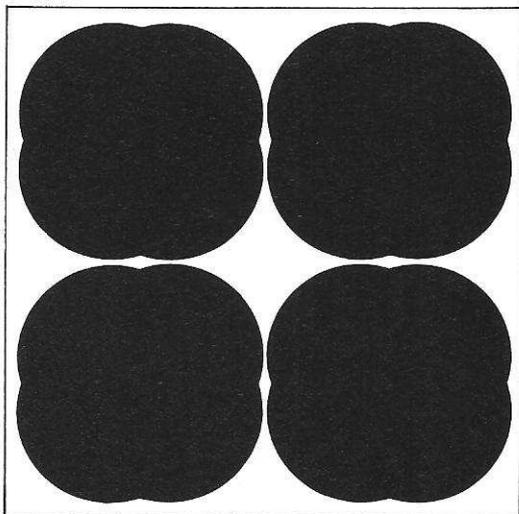
a



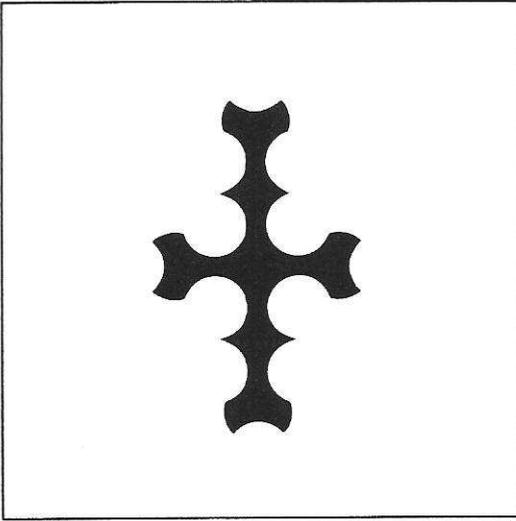
b



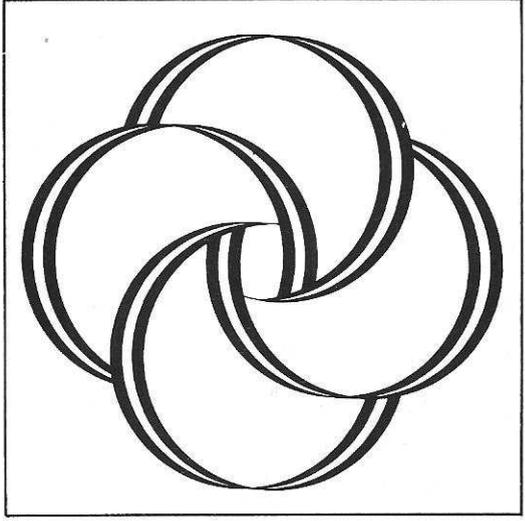
c



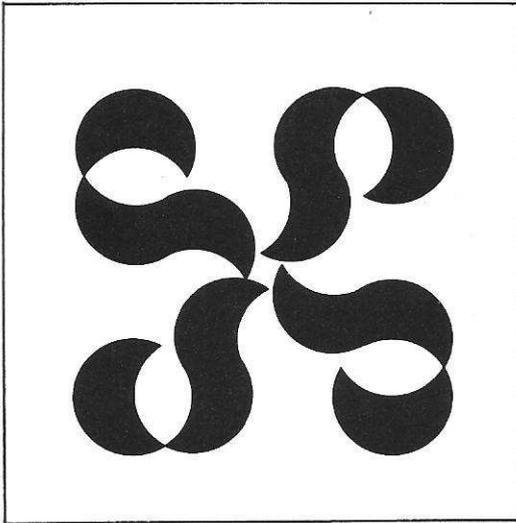
d



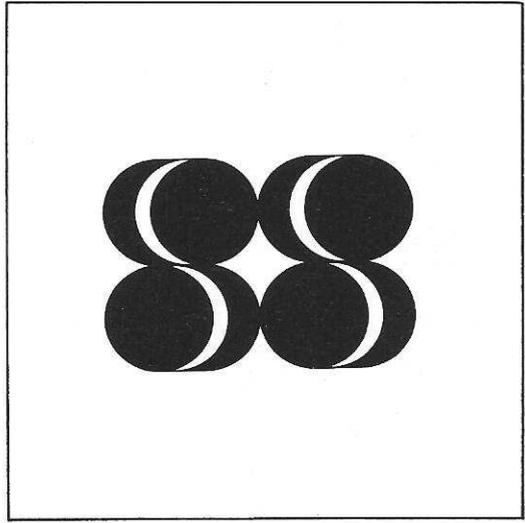
e



f

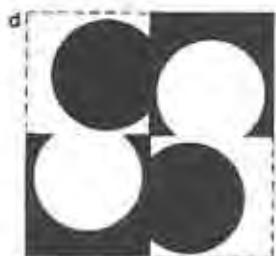
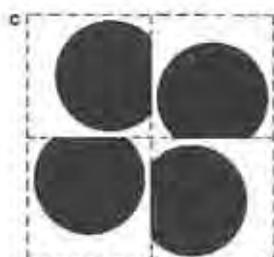
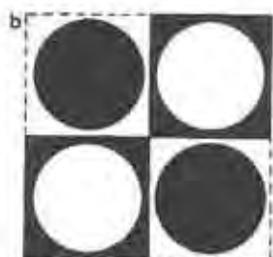
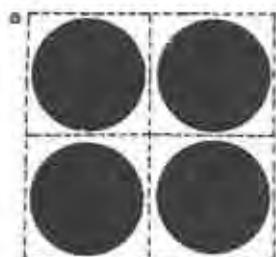


g

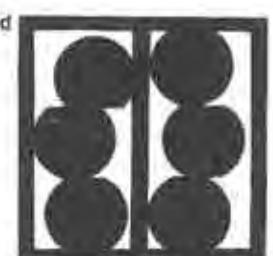
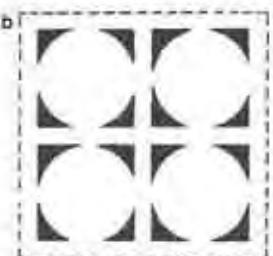
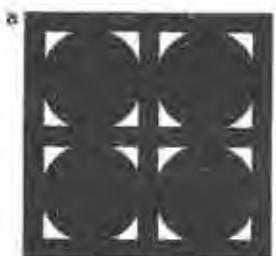


h

19



20



Casi todos los diseños tienen una estructura. La estructura debe gobernar la posición de las formas en un diseño. ¿Por qué un grupo de módulos aparece dispuesto en fila, equidistantes uno del otro? ¿Por qué otro grupo de módulos sugiere un dibujo circular? La estructura es la disciplina que subyace bajo tales disposiciones.

La estructura, por regla general, impone un orden y predetermina las relaciones internas de las formas en un diseño. Podemos haber creado un diseño sin haber pensado concientemente en la estructura, pero la estructura está siempre presente cuando hay una organización.

La estructura puede ser formal, semiformal o informal. Puede ser activa o inactiva. También puede ser visible o invisible.

Estructura formal

Una estructura formal se compone de líneas estructurales que aparecen construidas de manera rígida, matemática. Las líneas estructurales habrán de guiar la formación completa del diseño. El espacio queda dividido en una cantidad de subdivisiones, igual o rítmicamente, y las formas quedan organizadas con una fuerte sensación de regularidad.

Los diversos tipos de la estructura formal son la repetición, la gradación y la radiación. Las estructuras de repetición serán consideradas más adelante. Los otros dos tipos de estructura formal serán tratados en los capítulos 6 y 7.

Estructura semiformal

Una estructura semiformal es habitualmente bastante regular, pero existe la ligera irregularidad. Puede componerse o no de líneas estructurales que determinan la disposición de los módulos. Las estructuras semiformales serán consideradas en los capítulos 5, 8 y 10.

Estructura informal

Una estructura informal no tiene normalmente líneas estructurales. La organización es

generalmente libre e indefinida. Llegaremos a este tipo de estructura cuando discutamos el contraste en el capítulo 9. Será también aludido en el capítulo 10.

Estructura inactiva

Todos los tipos de estructura pueden ser activos o inactivos.

Una estructura inactiva se compone de líneas estructurales que son puramente conceptuales. Tales líneas estructurales son construidas en un diseño para guiar la ubicación de formas o de módulos, pero nunca interfieren con sus figuras ni dividen el espacio en zonas distintas, donde puedan ser introducidas las variaciones de color (fig. 19a).

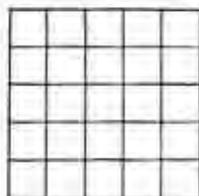
Estructura activa

Una estructura activa se compone de líneas estructurales que son asimismo conceptuales. Sin embargo, las líneas estructurales activas pueden dividir el espacio en subdivisiones individuales, que interactúan de varias maneras con los módulos que contienen:

a) Las subdivisiones estructurales aportan una completa independencia espacial para los módulos. Cada módulo existe aislado, como si tuviera su propia y pequeña referencia a un marco. Puede tener un fondo de color diferente al de sus módulos vecinos. Se pueden introducir eficazmente juegos alternados, sistemáticos o azarosos de formas positivas y negativas (fig. 19b).

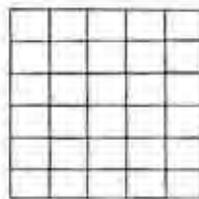
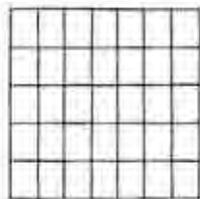
b) Dentro de la subdivisión estructural, cada módulo puede ser trasladado para asumir posiciones excéntricas. Puede incluso deslizarse más allá de la zona definida por la subdivisión estructural. Cuando esto ocurre, puede cortarse la porción del módulo que quede fuera de los límites, tal como éstos quedan claramente marcados por las líneas estructurales activas. De esta manera queda afectada la figura del módulo (fig. 19c).

21

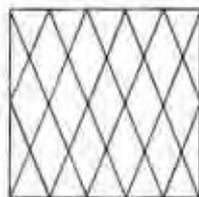
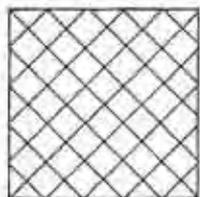
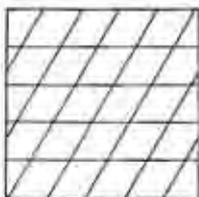


22

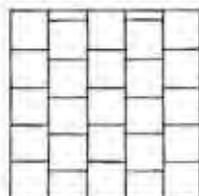
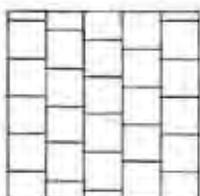
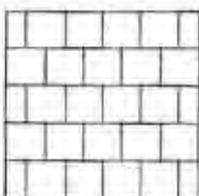
a



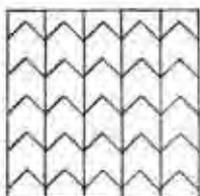
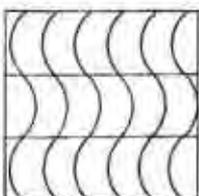
b



c



d



28

c) Cuando el módulo penetra en el dominio de una subdivisión estructural adyacente, puede considerarse esta situación como el encuentro de dos formas (el módulo y su adyacente subdivisión estructural) y puede procederse como se desee a la penetración, la unión, la sustracción o la intersección (fig. 19d).

d) El espacio aislado por un módulo en una subdivisión estructural puede ser reunido con cualquier módulo o subdivisión estructural vecina (fig. 19e).

Estructura invisible

En la mayoría de los casos, las estructuras son invisibles, sean formales, semiformales, informales, activas o inactivas. En las estructuras invisibles, las líneas estructurales son conceptuales, incluso si cercenan un fragmento de un módulo. Tales líneas son activas, pero no son líneas visibles, de un grosor mensurable.

Estructura visible

A veces un diseñador puede preferir una estructura visible. Esto significa que las líneas estructurales existen como líneas reales y visibles, de un grosor deseado. Tales líneas deben ser tratadas como una clase especial de módulo, ya que poseen todos los elementos visibles y pueden interactuar con los módulos y con el espacio contenido por cada una de las subdivisiones estructurales (fig. 20a).

Las líneas estructurales visibles pueden ser positivas o negativas. Si son negativas, quedan unidas con el espacio negativo o con módulos negativos, y pueden atravesar un espacio positivo o módulos positivos. Las líneas estructurales negativas son consideradas como visibles, ya que tienen un grosor definido que puede ser visto y medido (fig. 20b).

Las líneas estructurales visibles positivas y negativas pueden ser combinadas en un diseño. Por ejemplo, todas las líneas estructurales horizontales pueden ser positivas, y todas las verticales pueden ser negativas (fig. 20c).

Las líneas estructurales visibles e invisibles pueden ser utilizadas conjuntamente. Esto supo-

ne que podemos hacer visibles solamente las verticales o las horizontales. O pueden usarse alternada o sistemáticamente las líneas estructurales visibles e invisibles, para que las líneas estructurales visibles señalen las divisiones, cada una de las cuales contiene en realidad más de una subdivisión estructural regular (fig. 20d).

Estructura de repetición

Cuando los módulos son colocados regularmente, con un espacio igual alrededor de cada uno, puede decirse que están en una "estructura de repetición".

Esta estructura de repetición es formal, y puede ser activa o inactiva, visible o invisible. En este tipo de estructura, toda la superficie del diseño (o una parte elegida en ella) queda dividida en subdivisiones estructurales de exactamente la misma forma y mismo tamaño, sin intervalos espaciales desparejos entre ellos.

La estructura de repetición es la más simple de todas las estructuras. Es particularmente útil para la construcción de dibujos que cubran superficies grandes.

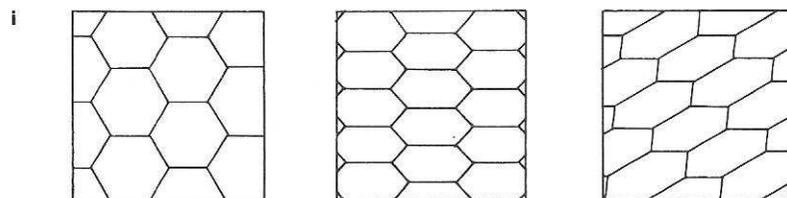
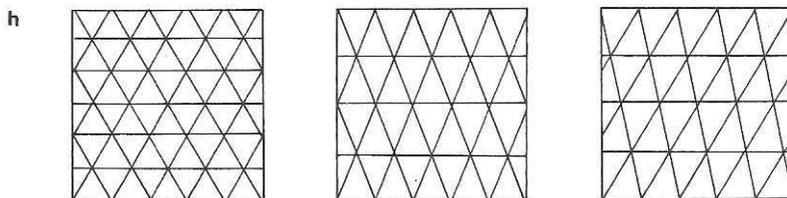
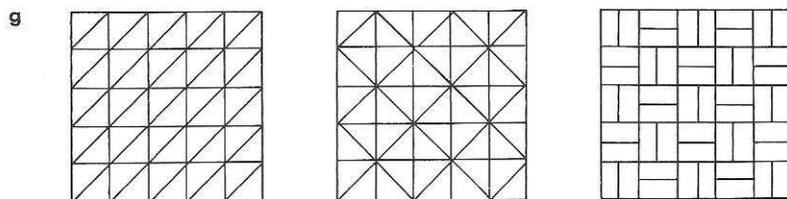
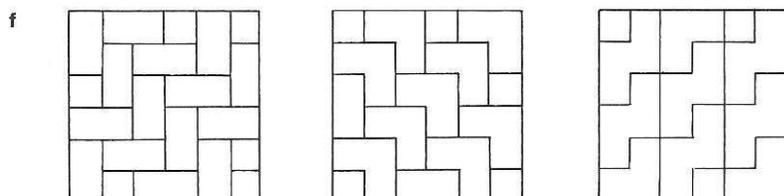
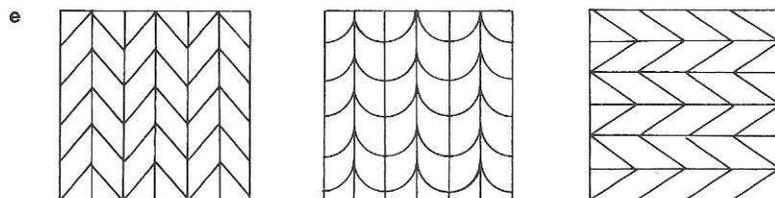
El enrejado básico

El enrejado básico es el más frecuentemente usado en las estructuras de repetición. Se compone de líneas verticales y horizontales, parejamente espaciadas, que se cruzan entre sí, lo que resulta en una cantidad de subdivisiones cuadradas de igual medida (fig. 21).

El enrejado básico aporta a cada módulo una misma cantidad de espacio, arriba, abajo, a la izquierda y a la derecha. Excepto por la dirección generada por los mismos módulos, las direcciones verticales y horizontales quedan equilibradas, sin un dominio obvio de una dirección sobre la otra.

Variaciones al enrejado básico

Existen muchos otros tipos de estructuras de repetición, habitualmente derivadas del enre-



jado básico. Tales variaciones del enrejado básico pueden ser:

a) *Cambio de proporción.* Las subdivisiones cuadradas del enrejado básico pueden ser sustituidas por rectangulares. El equilibrio de las direcciones verticales y horizontales queda así transformado, y una dirección consigue un mayor énfasis (fig. 22a).

b) *Cambio de dirección.* Todas las líneas verticales u horizontales, o ambas, pueden ser inclinadas hasta cualquier ángulo. Tal modificación sobre la inicial estabilidad vertical-horizontal puede provocar una sensación de movimiento (fig. 22b).

c) *Deslizamiento.* Cada fila de subdivisiones estructurales puede ser desplazada en una u otra dirección, regular o irregularmente. En este caso, una subdivisión puede no estar directamente encima o contigua a otra subdivisión en una fila adyacente (fig. 22c).

d) *Curvatura o quebrantamiento.* Todo el conjunto de líneas verticales u horizontales, o ambas, puede ser curvado o quebrado en forma regular, lo que deriva a subdivisiones estructurales que continúan siendo de la misma forma y el mismo tamaño (fig. 22d).

e) *Reflexión.* Una fila de subdivisiones estructurales, como en los casos b) y d) (y supuesto que los bordes exteriores de cada fila sean aún rectos y paralelos entre sí), puede ser reflejada y repetida, en forma alternada o regular (fig. 22e).

f) *Combinación.* Las subdivisiones estructurales en una estructura de repetición pueden ser combinadas para integrar formas mayores o quizá más complejas. Las subdivisiones nuevas y mayores deben ser, desde luego, de iguales forma y tamaño, ajustando perfectamente entre sí, sin intervalos en el diseño (fig. 22f).

g) *Divisiones ulteriores.* Las subdivisiones estructurales en una estructura de repetición pueden ser nuevamente divididas en formas pequeñas o quizá más complejas. Las subdivisiones nuevas y más pequeñas deben ser también de igual forma y tamaño (fig. 22g).

h) *El enrejado triangular.* La inclinación de la dirección de líneas estructurales y su nueva división en las subdivisiones que así se forman,

permiten obtener un enrejado triangular. Tres direcciones equilibradas se distinguen habitualmente en tal enrejado triangular, aunque una o dos de las direcciones pueden parecer más prominentes (fig. 22h).

i) *El enrejado hexagonal.* Combinando seis unidades espaciales adyacentes de un enrejado triangular se obtiene un enrejado hexagonal. Puede ser alargado, comprimido o distorsionado (fig. 22i).

Es necesario señalar que las estructuras inactivas (e invisibles) deben ser muy simples, ya que la forma de las subdivisiones no se ve. Las estructuras activas (tanto visibles como invisibles) pueden ser más complejas. Como la figura de las subdivisiones habrá de alterar el diseño, debe cuidarse relacionarlas con los módulos.

Estructuras de múltiple repetición

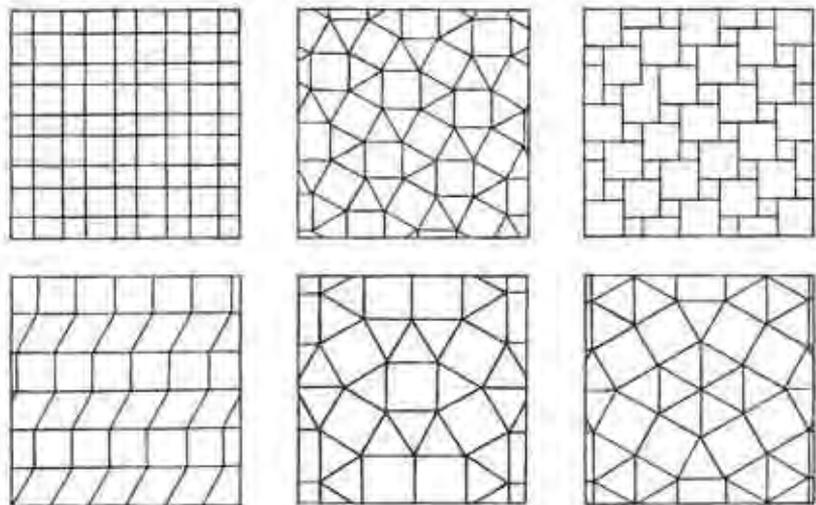
Cuando la estructura se compone de más de una clase de subdivisiones estructurales, que se repiten en forma y tamaño, ya no se trata de una estructura de repetición, sino de una "estructura de múltiple repetición".

Una estructura de múltiple repetición es todavía una estructura formal. Las diversas clases (habitualmente dos, pero pueden ser más) de subdivisiones estructurales se entretajan en un dibujo regular. Los ejemplos de este tipo de estructura son los taraceados planos, matemáticos y semirregulares, y las estructuras que se componen de formas repetidas a intervalos regulares (fig. 23).

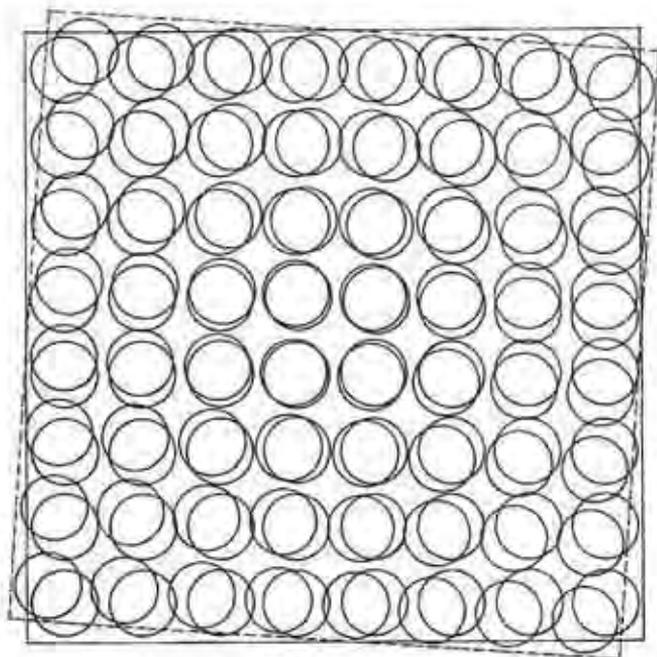
Módulos y subdivisiones estructurales

En una estructura inactiva (e invisible) los módulos son colocados en el centro de las subdivisiones estructurales o en las intersecciones de las líneas estructurales. Pueden ajustar exactamente con las subdivisiones o ser más pequeños o más grandes que ellas. Si son más grandes, los módulos adyacentes habrán de tocarse, penetrarse, unirse o sustraerse entre sí. A veces

23



24



32

pueden ser tan grandes que uno puede cruzar simultáneamente sobre varios otros.

En una estructura activa (visible o invisible) cada módulo queda confinado a su propia subdivisión espacial, pero no está necesariamente colocado en el centro de la subdivisión. Puede sólo ajustar con la subdivisión, ser más pequeño o más grande que ella, pero rara vez es tan grande que se extienda demasiado, más allá de la superficie de la subdivisión. Pueden ocurrir variaciones de posición y dirección.

Los supermódulos quedan relacionados de la misma manera con las subdivisiones estructurales, excepto que podemos contenerlos en supersubdivisiones estructurales, que se componen de varias subdivisiones regulares que se unen entre sí.

Repetición de posición

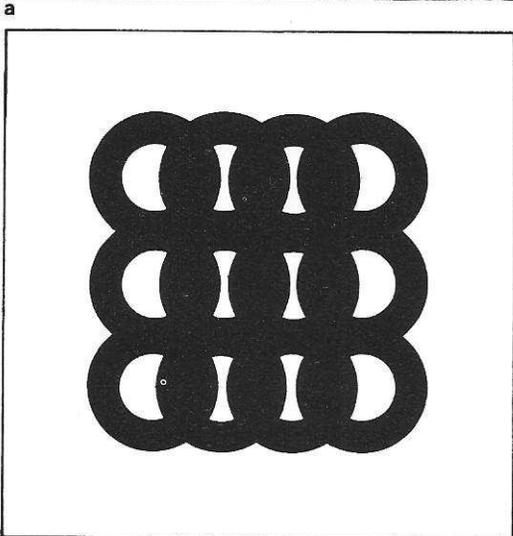
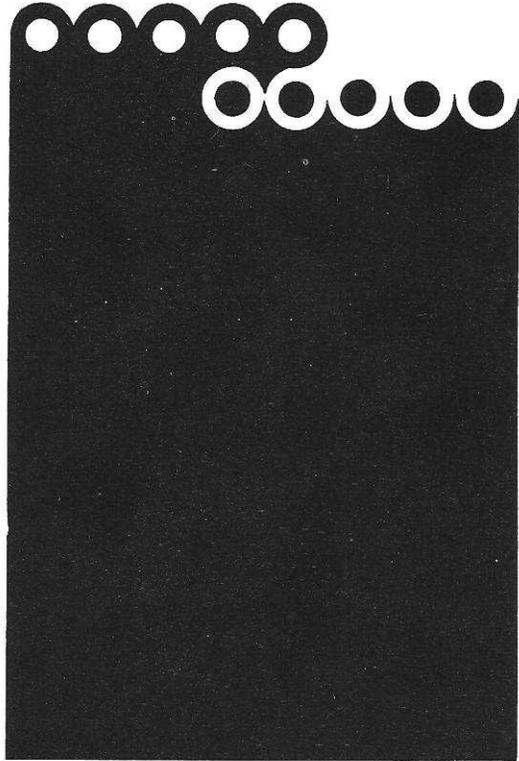
Esto ha sido mencionado en el capítulo anterior. La repetición de posición supone que todos los módulos estén colocados exactamente de la misma manera dentro de cada subdivisión.

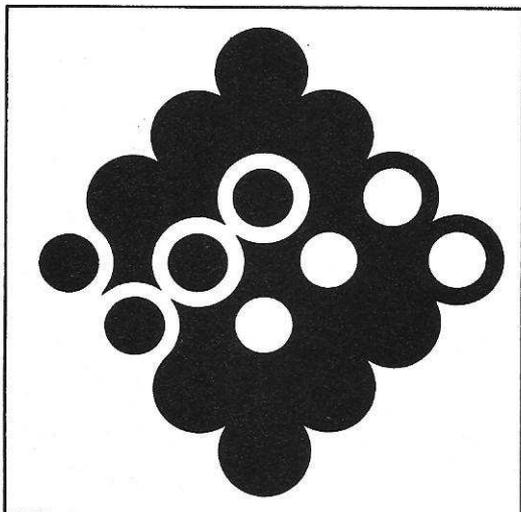
En una estructura inactiva (e invisible) hay siempre una repetición de posición, porque si cambia la colocación de módulos dentro de cada subdivisión, puede destruirse fácilmente la regularidad de la estructura de repetición.

En una estructura activa (visible o invisible) la repetición de posición no es siempre necesaria. Las líneas estructurales activas o visibles aportan la suficiente disciplina de repetición, para que pueda explorarse plenamente la libertad de colocación de los módulos, más las variaciones de dirección.

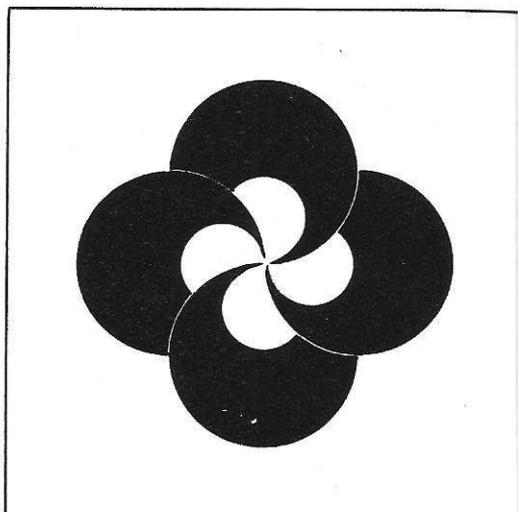
Superposición de estructuras de repetición

Una estructura de repetición, junto con los módulos que incluye, puede ser superpuesta a otra estructura de repetición. Las dos estructuras y sus módulos pueden ser la misma o diferentes entre sí. La interacción de las dos estructuras puede producir resultados inesperados (fig. 24).

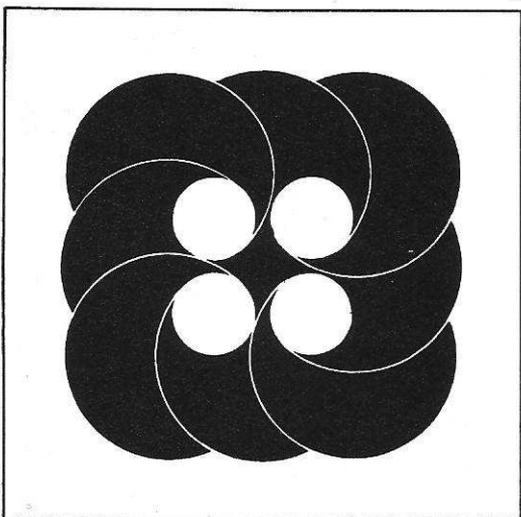




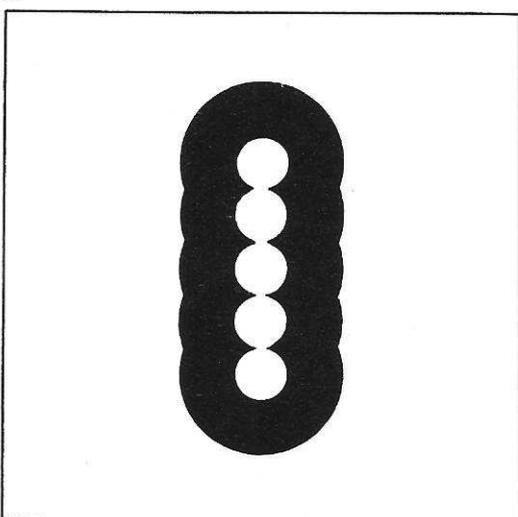
c



d



e



f

Notas sobre los ejercicios

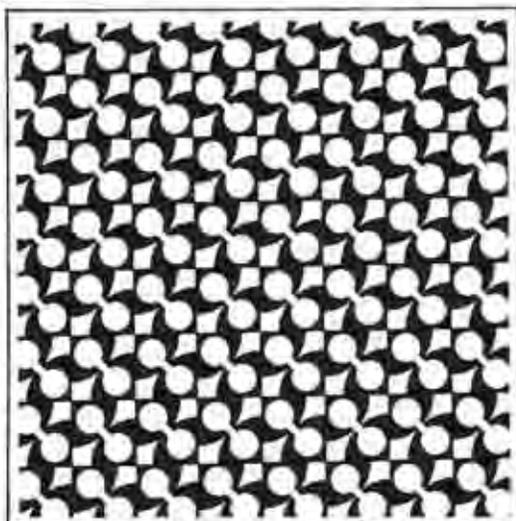
Las figuras 25a, b, c, d, e y f ejemplifican el uso de módulos repetidos en una estructura inactiva (e invisible) de repetición. El módulo es un círculo menor rodeado por un círculo mayor.

La relación entre el círculo menor y el mayor debe ser constante dentro de cada diseño.

El uso de estructuras activas (e invisibles) de repetición está ilustrado en las figuras 26a, b, c, d, e y f. El módulo es aquí similar al usado en nuestro problema sobre la estructura inactiva de



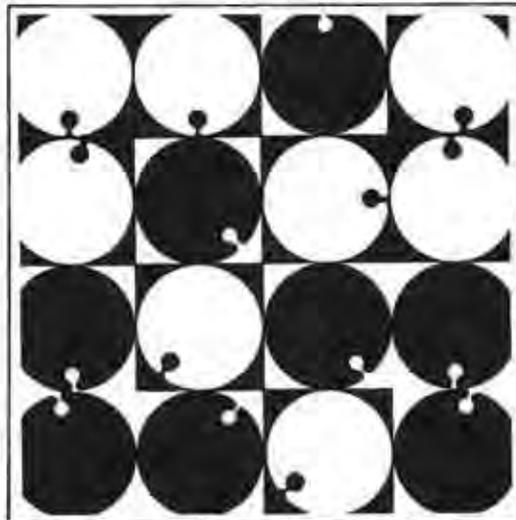
a



b



c

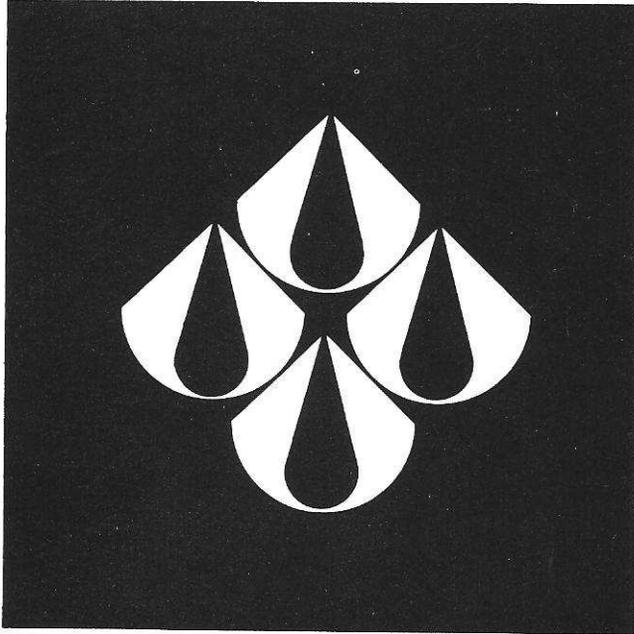


d

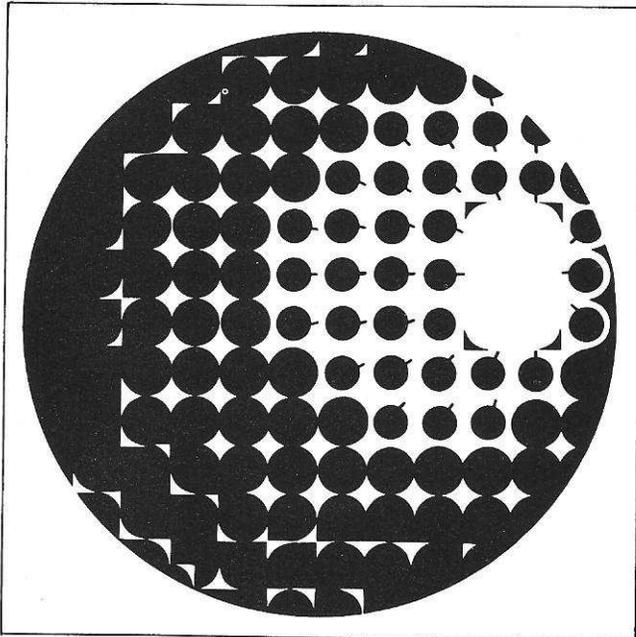
repetición, excepto en que la figura de anillo queda quebrada, sugiriendo una forma muy similar a la letra C.

Comparando los resultados de ambos problemas, notaremos fácilmente que las líneas rectas están presentes en los diseños con

estructuras activas, pero ausentes en las de estructuras inactivas. Las líneas rectas estructurales no sólo afectan al dibujo de los módulos y del espacio que los rodea, sino que cambian asimismo la naturaleza del diseño.



e



f

5. Similitud

Las formas pueden parecerse entre sí y sin embargo no ser idénticas. Si no son idénticas, no están en repetición. Están en similitud.

Los aspectos de la similitud pueden encontrarse fácilmente en la naturaleza. Las hojas de un árbol, los árboles de un bosque, los granos de arena en una playa, las olas del océano, son ejemplos vívidos.

La similitud no tiene la estricta regularidad de la repetición, pero mantiene en grado considerable la sensación de regularidad.

Similitud de módulos

La similitud de módulos en un diseño se refiere, primordialmente, a la similitud de las figuras de esos módulos. En una estructura de repetición, los tamaños de los módulos deben ser también similares.

Igual que en el caso de la repetición, la similitud debe ser considerada separadamente, respecto a cada uno de los elementos visuales y de relación. La figura es siempre el elemento principal para establecer una relación de similitud, porque las formas difícilmente podrían ser consideradas como similares si lo fueran en tamaño, color y textura, pero diferentes en su figura.

Desde luego, el grado de similitud de figuras puede ser muy flexible. La figura A puede parecer muy diferente de la figura B, pero en contraste con la C, las figuras A y B pueden poseer cierta relación de similitud. Hasta dónde sea amplio o estrecho el grado de similitud es algo que debe ser decidido por el diseñador. Cuando la diferencia sea reducida, los módulos similares pueden parecer casi repetitivos. Cuando sea mayor, los módulos similares son vistos como formas individuales, sólo vagamente relacionadas entre sí.

Similitud de figura

La similitud de figura no significa simplemente que las formas parezcan más o menos las mismas ante nuestros ojos. A veces la similitud

puede ser reconocida cuando todas las formas pertenecen a una clasificación común. Están relacionadas entre sí, no tanto visualmente como quizá psicológicamente.

La similitud de figura puede ser creada por uno de los siguientes medios:

a) *Asociación.* Las formas son asociadas entre sí porque pueden ser agrupadas juntas de acuerdo a su tipo, su familia, su significado o su función. La serie de similitud es aquí particularmente flexible. Por ejemplo, los alfabetos de un mismo tipo de letra de igual peso se parecen definitivamente entre sí, pero podemos ampliar el rango hasta incluir todos los alfabetos, con independencia del tipo de letra o del peso. La serie aún puede ser ampliada hasta incluir todas las formas de la escritura humana (fig. 27).

b) *Imperfección.* Podemos comenzar con una figura que es considerada nuestra figura ideal. Esta figura ideal no aparece en nuestro diseño, pero en su lugar tenemos todas sus variaciones imperfectas. Esto puede ser conseguido de numerosas maneras. La figura ideal puede ser deformada, transformada, mutilada, cortada o quebrada, como parezca apropiado (fig. 28).

c) *Distorsión espacial.* Un disco redondo, cuando es girado en el espacio, parecerá elíptico. Todas las formas pueden ser rotadas de manera similar, y hasta pueden ser curvadas o retorcidas, lo que deriva en una gran variedad de distorsiones espaciales (fig. 29).

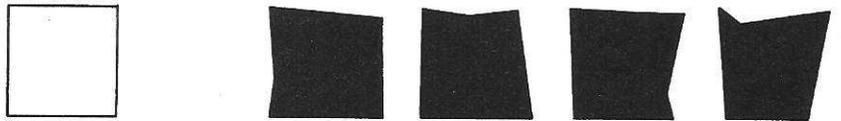
d) *Unión o sustracción.* Una forma puede estar compuesta por dos formas más pequeñas que son unidas, u obtenidas sustrayendo una forma menor de una mayor. Los múltiples medios por los que se relacionan las dos formas componentes producen una cadena de módulos en similitud. Si permitimos que varíen las figuras y tamaños de las formas componentes, se hace más amplia la serie de módulos en similitud (fig. 30).

e) *Tensión o compresión.* Una forma puede ser estirada (por una fuerza interior que empuja los contornos hacia afuera) o apretada (por una fuerza exterior que empuja los contornos hacia adentro), lo que deriva a una serie de módulos en similitud. Esto puede ser fácilmente

27

A C d B A C O

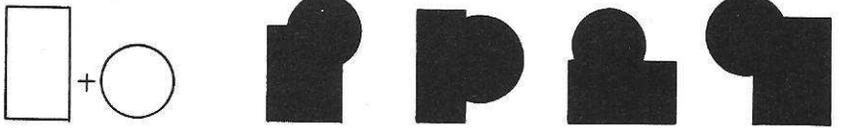
28



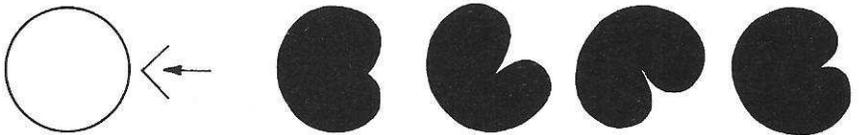
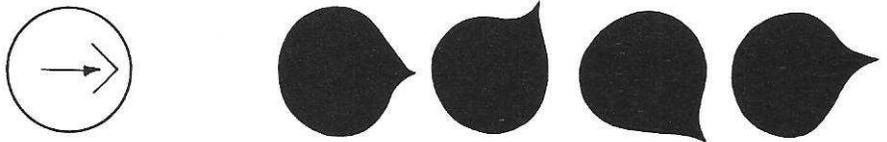
29



30



31



38

visualizado si pensamos en las formas como en algo elástico, sujeto a la tensión o a la compresión (fig. 31).

Similitud y gradación

Cuando se utiliza un grupo de módulos en similitud, es esencial que no sean dispuestos en el diseño de tal manera que muestren un discernible cambio sistemático en gradación. Tan pronto como sea aparente la regularidad de un cambio en la gradación, desaparecerá el efecto de similitud.

La gradación es una clase diferente de disciplina, que será considerada en nuestro próximo capítulo.

Compárense las ilustraciones 32a y b. Aunque ambas usan la misma clase de módulos, la 32a muestra el efecto de la similitud, mientras la 32b muestra el efecto de la gradación. Los resultados son muy distintos. En la similitud, los módulos son vistos en una ligera agitación, pero se adhieren entre sí para formar una unidad. En la gradación, los módulos son organizados para sugerir, de manera muy controlada, la progresión y el movimiento.

La estructura de similitud

No es fácil definir una estructura de similitud, pero podemos decir que es semiformal y que no tiene la rigidez de una estructura de repetición ni tampoco la regularidad de una estructura de repetición múltiple.

Se sugieren aquí dos tipos básicos de estructura de similitud:

Subdivisiones estructurales similares. Las subdivisiones estructurales no son repetitivas, sino similares entre sí. Los cuadriláteros, los triángulos o los hexágonos, todos ellos con lados desiguales, pueden ser unidos para formar dibujos que cubran todo un espacio. Este tipo de estructura puede ser activa o inactiva, visible o invisible (fig. 33).

Distribución visual. Esto significa que los módulos quedan distribuidos dentro del marco

del diseño, visualmente, sin la guía de las líneas estructurales. En este caso, la distribución visual debe conceder a cada módulo una cantidad similar de espacio, juzgada por el ojo. La distribución visual se vincula con nuestro concepto de concentración, que será considerado en el capítulo 9 (figs. 65f y g).

Notas sobre los ejercicios

Las figuras 34a, b, c, d, e y f ejemplifican el uso de módulos similares, en una estructura de repetición que es activa, pero invisible. Los módulos están basados en la letra "C", igual que los utilizados para el problema sobre estructura activa de repetición en el capítulo 4.

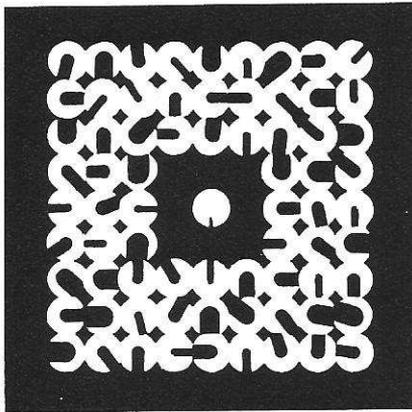
Si pensamos sistemáticamente, el módulo puede ser formulado como

$$A - (B + C)$$

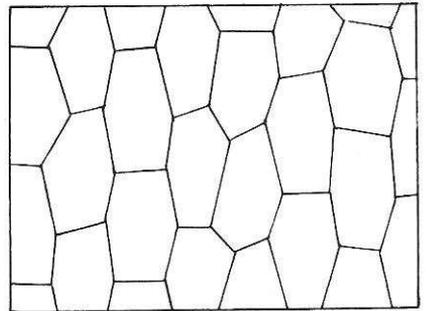
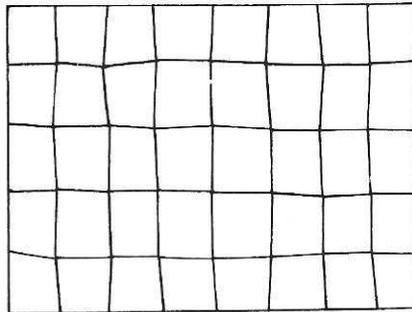
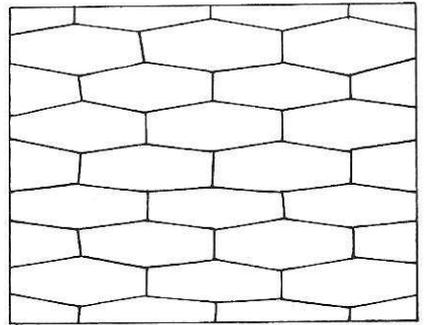
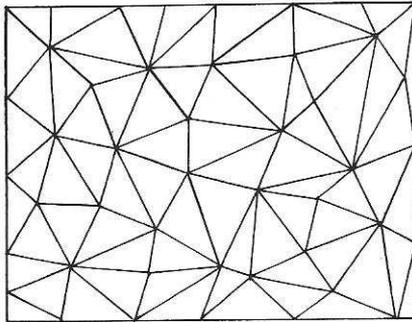
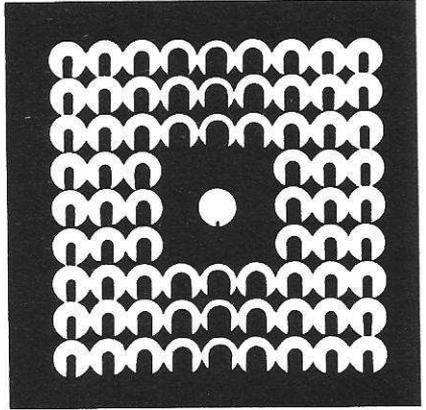
Aquí *A* representa el círculo mayor, que es constante en figura y tamaño; *B* representa al círculo menor, que puede ser constante o variable en figura, tamaño y posición dentro del círculo mayor *A*; y la *C* representa el enlace entre *B* y el espacio que rodea a *A*, el que puede asimismo ser constante o variable en figura, tamaño y posición. De esa manera puede crearse una buena serie de módulos en similitud.

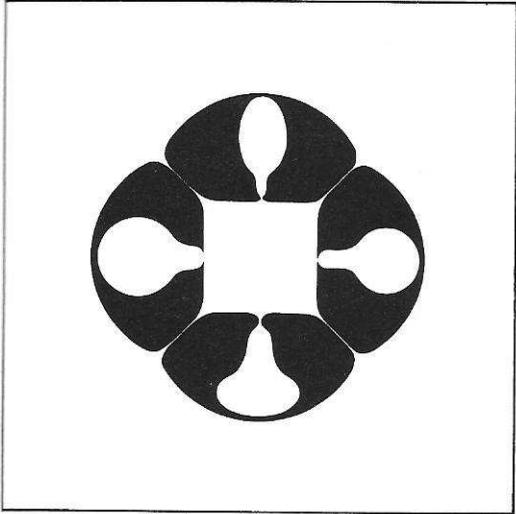
Comparando los resultados de este problema y el problema de estructura activa del capítulo 4, podemos hallar fácilmente que la disciplina de similitud es más dinámica en su naturaleza que la disciplina de repetición.

a

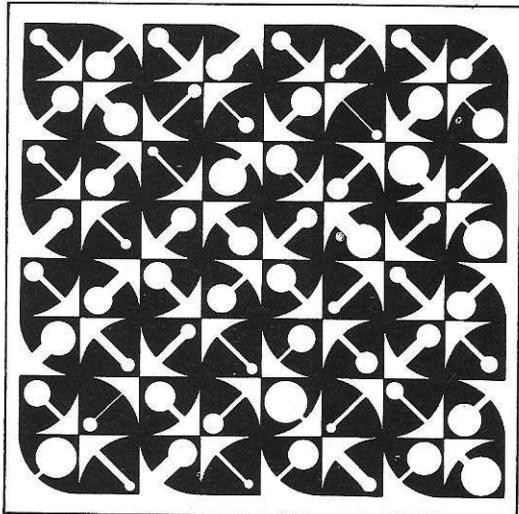


b

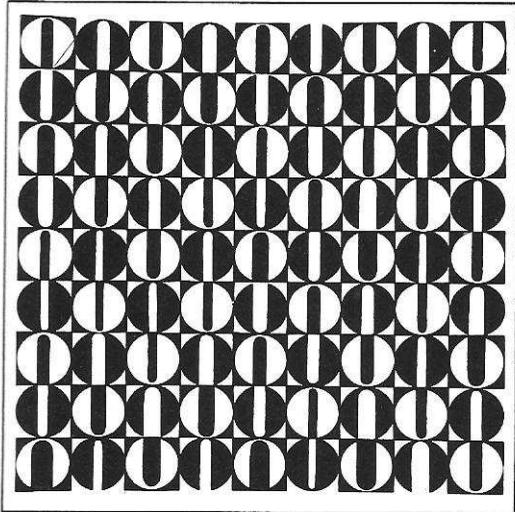




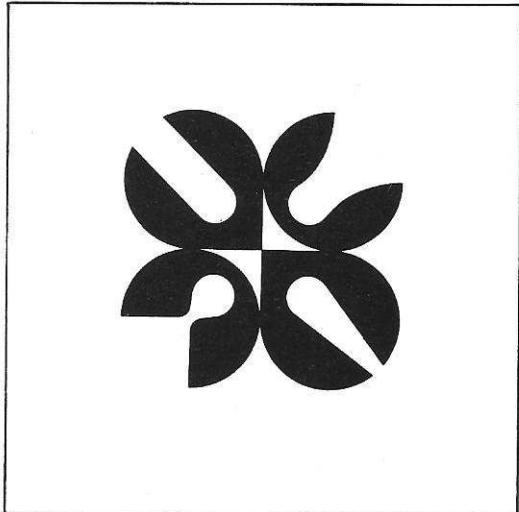
a



b

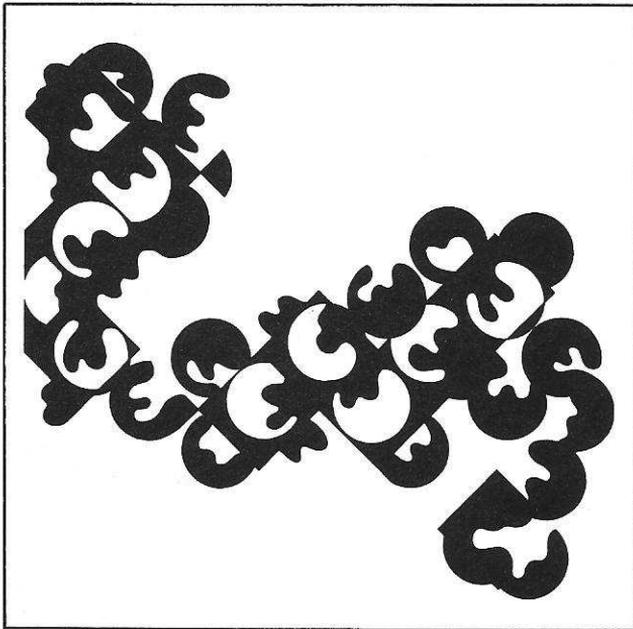


c

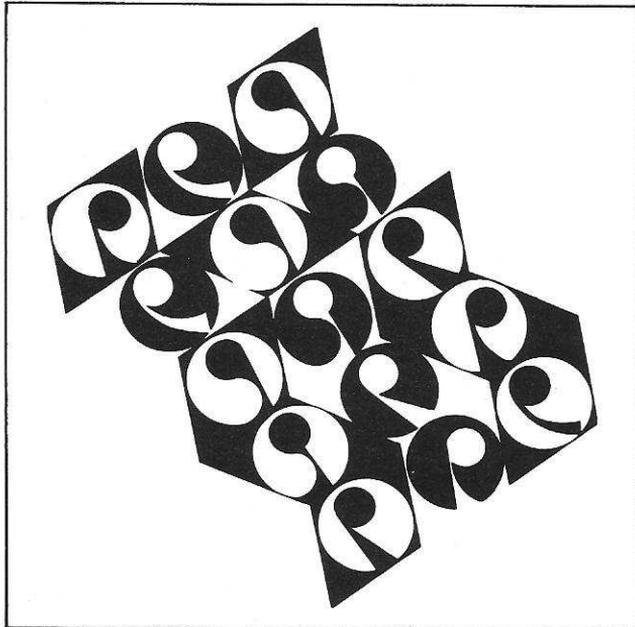


d

34



e



f

42

6. Gradación

Ya hemos comparado los diferentes efectos de la similitud y la gradación en el capítulo anterior (figs. 32a y b). Obviamente, la gradación es una disciplina más estricta. Exige no sólo un cambio gradual, sino que ese cambio gradual sea hecho de manera ordenada. Genera ilusión óptica y crea una sensación de progresión, lo que normalmente conduce a una culminación o una serie de culminaciones.

La gradación es una experiencia visual diaria. Las cosas que están cerca de nosotros parecen grandes, y las lejanas parecen pequeñas. Si miramos desde abajo a un edificio alto, con una fachada de ventanas iguales, el cambio en tamaño de las ventanas sugiere una ley de la gradación.

Gradación de módulos

Dentro de una estructura de repetición, los módulos pueden ser utilizados en gradación. La mayor parte de los elementos visuales o de relación pueden ser utilizados en gradación, solos o combinados, para obtener diversos efectos. Esto supone que los módulos pueden tener gradación de figura, de tamaño, de color, de textura, de dirección, de posición, de espacio y de gravedad. Sin embargo, tres de estos elementos serán descartados de la presente consideración. Uno es el color, que está más allá del objeto de este libro. Otro es la textura, que será considerada debidamente en el capítulo 11. El tercero es la gravedad, que depende de los efectos producidos por otros elementos. Eliminados éstos, los restantes pueden reunirse en tres grupos principales: gradación en el plano, gradación espacial y gradación en la figura.

Gradación en el plano

La gradación en el plano no afecta a la figura ni al tamaño de los módulos. La relación entre los módulos y el plano de la imagen permanece constante. Pueden distinguirse dos clases de gradación en el plano:

Rotación en el plano. Esto indica un gra-

dual cambio de dirección de los módulos. Una figura puede ser rotada sin trasladarse en el plano de la imagen (fig. 35a).

Progresión en el plano. Esto indica un cambio gradual de posición de los módulos dentro de las subdivisiones estructurales del diseño. Los módulos pueden ascender o descender, trasladarse de un ángulo a otro de las subdivisiones, en una secuencia de movimientos regulares y graduales (fig. 35b).

Gradación espacial

La gradación espacial afecta a la figura o al tamaño de los módulos. La relación entre los módulos y el plano de la imagen nunca es constante. Pueden distinguirse dos clases de gradación espacial:

Rotación espacial. Con una separación gradual del plano de la imagen, un módulo puede ser rotado para que veamos cada vez un poco más de su borde y un poco menos de su frente. Una figura chata puede ser cada vez más estrecha hasta convertirse casi en una fina línea. La rotación espacial cambia la figura del módulo (fig. 35c).

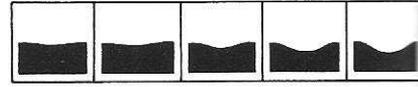
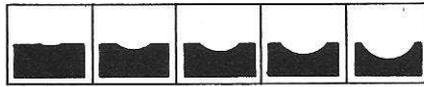
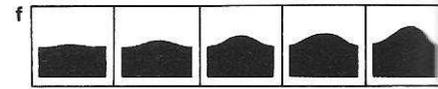
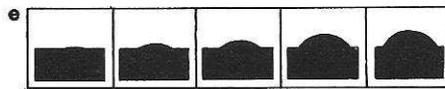
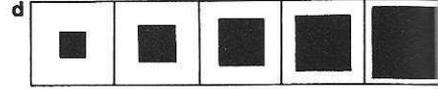
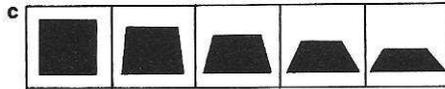
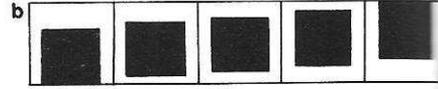
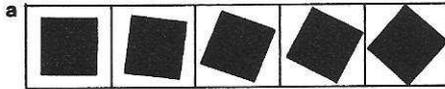
Progresión espacial. Esta es igual al cambio de tamaño. El aumento o la disminución en el tamaño de los módulos sugiere la progresión de los módulos en el espacio, hacia adelante o hacia atrás. Los módulos permanecen siempre paralelos al plano de la imagen, pero pueden parecer colocados muy detrás de él cuando son pequeños, o delante cuando son grandes (fig. 35d).

Gradación en la figura

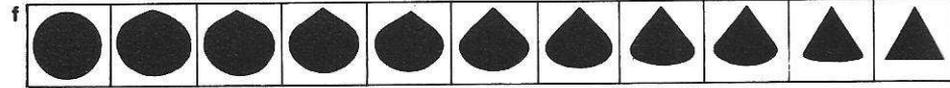
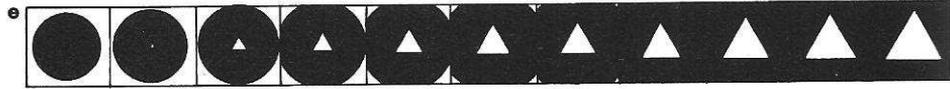
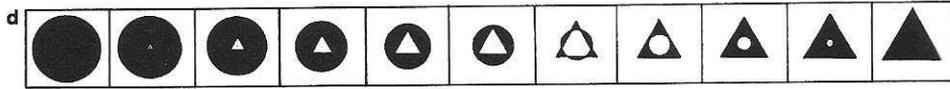
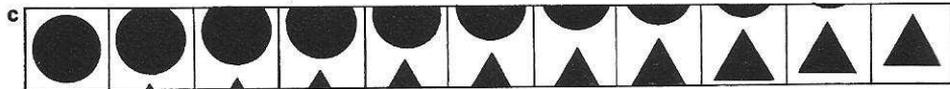
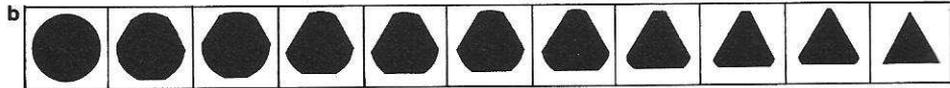
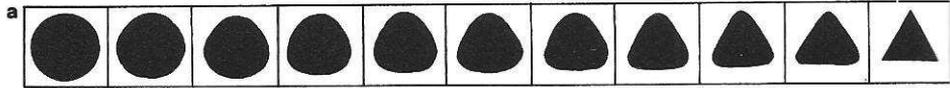
Esto se refiere a la secuencia de gradaciones que resulta de un cambio real de la figura. Se sugieren dos clases comunes de gradación en la figura:

Unión o sustracción. Esto indica el cambio gradual de posiciones de los sub-módulos, que forman a los módulos por unión o sustracción. La figura y tamaño de cada uno de los sub-

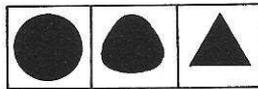
35



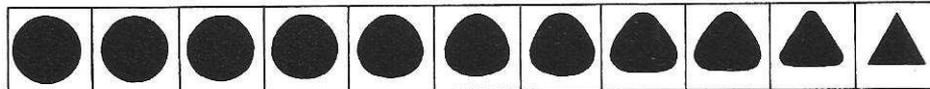
36



37



38



módulos puede asimismo experimentar al mismo tiempo transformaciones graduales (figura 35e).

Tensión o compresión. Esto indica el cambio gradual de la figura de los módulos, por fuerzas internas o externas. La figura aparece como si fuera elástica, y resulta fácilmente afectada por cualquier ligero empuje o atracción (fig. 35f).

El camino de la gradación

Toda forma puede ser gradualmente cambiada hasta convertirse en cualquier otra. Cómo ocurre ese cambio es algo que queda determinado por el camino de gradación que se elija.

Hay múltiples caminos para la gradación. El diseñador puede escoger un camino de gradación en el plano, en el espacio, en la figura o en una combinación de ellos. El camino puede ser directo o dar un rodeo.

Por ejemplo, si deseamos cambiar un círculo en un triángulo por gradación de figura, el círculo puede ser estirado y apretado hasta ser cada vez más triangular (fig. 36a) o puede ser recortado por tres lados hasta que se convierte en un triángulo (fig. 36b). Por la gradación en el plano, el círculo puede ser elevado y seguido por un triángulo que habrá de ocupar toda la subdivisión estructural cuando el círculo haya desaparecido (fig. 36c). Por la gradación espacial, el círculo puede disminuir gradualmente mientras el triángulo surge simultáneamente, primero como un punto y después como un pequeño triángulo que gradualmente se expande (fig. 36d). O el círculo puede expandirse gradualmente, más allá de los límites de la subdivisión estructural, mientras el triángulo surge (figura 36e). Podemos asimismo considerar al círculo como la base de un cono que rota hasta dar elevación frontal a un triángulo (fig. 36f).

Todos los caminos de la gradación así descritos son directos. Si se desea un camino más elaborado, el círculo puede ser primeramente sustituido por un cuadrado (u otra figura) antes de aproximarse a la figura del triángulo.

La velocidad de gradación

La cantidad de pasos requeridos para que una forma cambie de una situación a otra determina la velocidad de gradación. Cuando los pasos son pocos, la velocidad es rápida, y cuando son muchos la velocidad es lenta.

La velocidad de gradación depende de los efectos que el diseñador quiera obtener. Una gradación rápida provoca saltos visuales, mientras una gradación lenta evoluciona lenta y a veces casi imperceptiblemente. La ilusión óptica es habitualmente el resultado de la gradación lenta.

Es necesario señalar que la gradación rápida debe ser utilizada con gran cautela. Si una forma cambia con demasiada rapidez, puede no existir ya una sensación de gradación, y el resultado puede ser un grupo de formas sólo vagamente relacionadas entre sí (fig. 37). En realidad no podremos cambiar efectivamente un círculo en un triángulo con menos de cinco pasos, porque normalmente ello requiere diez pasos o más.

La gradación extremadamente lenta puede aproximarse al efecto de la repetición, pero una cuidadosa disposición del dibujo puede producir resultados muy sutiles.

La velocidad de gradación puede ser cambiada en medio de una secuencia, o gradualmente acelerada o retardada para obtener efectos especiales (fig. 38).

Sin alterar la velocidad de la gradación, un camino indirecto de gradación insume normalmente más pasos que un camino directo.

Modelos de gradación

En un diseño de gradación, importan dos factores para la construcción del dibujo: la serie de gradación y la dirección del movimiento.

La serie de gradación queda marcada por una situación inicial y una situación final. En algunos casos, cuando el camino de la gradación no es directo sino indirecto, deben tomarse en consideración las situaciones intermedias. La cantidad de pasos entre las situaciones inicial y

39

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

1	1	1	1	1
2	2	2	2	2
3	3	3	3	3
4	4	4	4	4
5	5	5	5	5

1	2	3	4	5
2	3	4	5	6
3	4	5	6	7
4	5	6	7	8
5	6	7	8	9

40

3	3	3	3	3
3	2	2	2	3
3	2	1	2	3
3	2	2	2	3
3	3	3	3	3

5	4	3	4	5
4	3	2	3	4
3	2	1	2	3
4	3	2	3	4
5	4	3	4	5

3	2	1	2	3
2	2	1	2	2
1	1	1	1	1
2	2	1	2	2
3	2	1	2	3

41

6	5	6	5	6
5	4	5	4	5
4	3	4	3	4
3	2	3	2	3
2	1	2	1	2

2	3	4	5	6
1	2	3	4	5
2	3	4	5	6
3	4	5	6	7
2	3	4	5	6

3	4	5	4	3
3	3	4	4	3
3	2	3	4	3
3	2	2	3	3
3	2	1	2	3

42

1	1	1	1	4	4	4	4
2	2	2	2	5	5	5	5
3	3	3	3	6	6	6	6
4	4	4	4	7	7	7	7
5	5	5	5	6	6	6	6
6	6	6	6	5	5	5	5
7	7	7	7	4	4	4	4
6	6	6	6	3	3	3	3
5	5	5	5	2	2	2	2
4	4	4	4	1	1	1	1

1	1	1	1	5	4	3	2	1
2	2	2	2	5	4	3	2	1
3	3	3	3	5	4	3	2	1
4	4	4	4	5	4	3	2	1
5	5	5	5	5	4	3	2	1
1	2	3	4	5	5	5	5	5
1	2	3	4	5	4	4	4	4
1	2	3	4	5	3	3	3	3
1	2	3	4	5	2	2	2	2
1	2	3	4	5	1	1	1	1

9	8	7	6	5	1	2	3	4	5
8	7	6	5	4	2	3	4	5	6
7	6	5	4	3	3	4	5	6	7
6	5	4	3	2	4	5	6	7	8
5	4	3	2	1	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	9	8	7	6	5
2	3	4	5	6	8	7	6	5	4
3	4	5	6	7	7	6	5	4	3
4	5	6	7	8	6	5	4	3	2
5	6	7	8	9	5	4	3	2	1

43

a

1	2	3	4	5
5	4	3	2	1
1	2	3	4	5
5	4	3	2	1
1	2	3	4	5

b

1	2	3	4	5
6	5	4	3	2
1	2	3	4	5
6	5	4	3	2
1	2	3	4	5

c

1	2	3	4	5
9	8	7	6	5
1	2	3	4	5
9	8	7	6	5
1	2	3	4	5

final determina tanto la velocidad como el alcance en la serie de gradación.

La dirección del movimiento se refiere a las orientaciones en las situaciones inicial y final y a su inter-relación. Los módulos de la situación inicial pueden ser puestos en fila y procederse a lo largo, a lo ancho o en ambos sentidos, con pasos regulares hacia la situación final. También son posibles las diagonales u otras maneras de progresión. Algunos modelos típicos de gradación son:

Movimiento paralelo. Éste es el más simple. Los módulos son transformados gradualmente en pasos paralelos. En el movimiento paralelo, la culminación es habitualmente una línea recta. (En la figura 39, nótese que los números representan a los diversos pasos de la gradación y que las líneas gruesas dividen la superficie en zonas, conteniendo cada zona a módulos en un mismo paso.)

Movimiento concéntrico. Esto supone que los módulos son transformados en capas concéntricas. Si la situación inicial está en una esquina del diseño, el modelo es entonces sólo parcialmente concéntrico. En el movimiento concéntrico, la culminación puede ser un punto, un cuadrado o una cruz (fig. 40).

Movimiento en zigzag. Esto supone que los módulos de un mismo paso se disponen en forma de zigzag y se transforman a una misma velocidad (fig. 41).

En nuestros diagramas, sólo se muestran 25 subdivisiones estructurales (cinco hileras de cinco subdivisiones cada una). Desde luego, un modelo normal de gradación es mucho mayor, y la cantidad de pasos puede ser ampliada infinitamente. Asimismo, otros modelos pequeños de gradación pueden ser repetidos y dispuestos para formar un modelo mayor. Por ejemplo, las secciones del movimiento paralelo pueden ser reunidas para formar un diseño de gradación, a la manera que se sugiere en la figura 42.

Es esencial señalar que la gradación puede avanzar desde la situación inicial a la final y luego volver a la inicial, con la inversión de los pasos, como en el ejemplo 1-2-3-4-5-4-3-2-1. La secuencia puede ser repetida una y otra vez si es necesario, con suaves transiciones. Si se

desean interrupciones regulares del modelo de gradación, ésta puede avanzar desde la situación inicial a la final y luego comenzar de nuevo, como en 1-2-3-4-5-1-2-3-4-5.

La estructura de gradación

Una estructura de gradación es similar a una estructura de repetición, excepto en que las subdivisiones estructurales no siguen siendo repetitivas sino que cambian en tamaño, figura, o ambos, en secuencia gradual y sistemática.

Casi todas las estructuras de repetición pueden ser convertidas en estructuras de gradación. Examinemos tales posibilidades tal como lo hicimos al considerar las variaciones al enrejado básico en el capítulo 4:

a) **Cambio de tamaño y/o proporción.** Las subdivisiones estructurales de un enrejado básico pueden aumentar o disminuir de tamaño (con cambio de proporción o sin él) y gradualmente de una a la siguiente. Las líneas estructurales verticales u horizontales o ambas del enrejado básico pueden ser espaciadas, con anchos gradualmente crecientes o decrecientes. La gradación puede progresar desde lo estrecho a lo ancho, y luego de lo ancho a lo estrecho, o puede ser dispuesta en cualquier secuencia rítmica (fig. 44a).

b) **Cambio de dirección.** Todo el conjunto de líneas estructurales horizontales o verticales o ambas, del ejemplo a), pueden ser inclinadas a cualquier dirección deseada (fig. 44b).

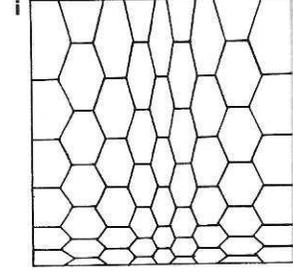
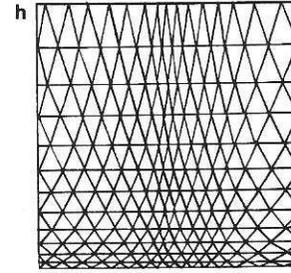
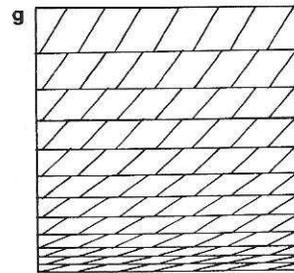
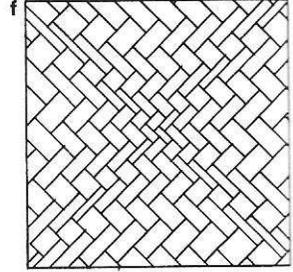
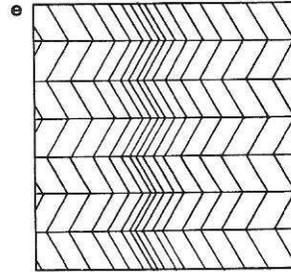
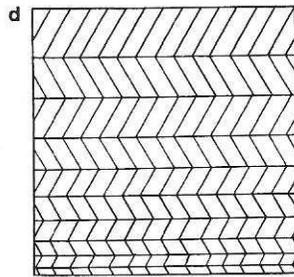
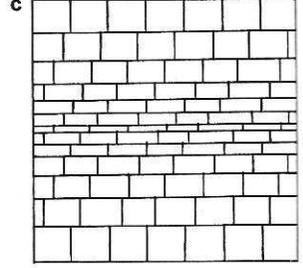
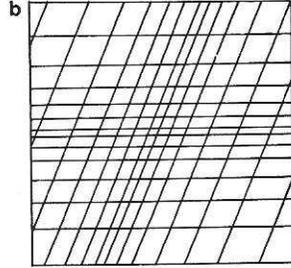
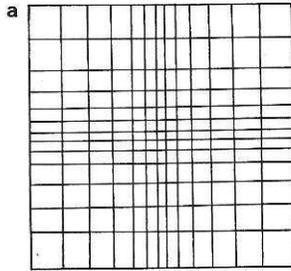
c) **Deslizamiento.** La hilera completa de subdivisiones estructurales en a) o en b) puede ser deslizada regularmente, para que una subdivisión ya no sea totalmente vecina ni encimada a la otra (fig. 44c).

d) **Curvatura, quebrantamiento.** Todo el conjunto de líneas verticales, u horizontales, o ambas, en a), b) y c), puede ser curvado o quebrado gradual o regularmente (fig. 44d).

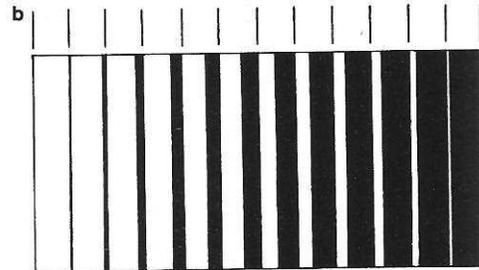
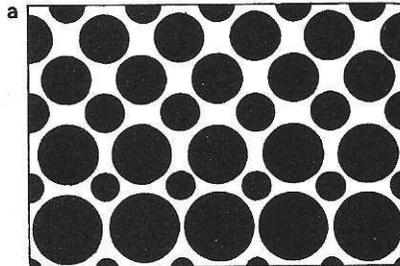
e) **Reflexión.** Una hilera de subdivisiones estructurales que no estén en ángulo recto, como en b) y en d), puede ser reflejada y repetida, en forma alternada o regular (fig. 44e).

f) **Combinación.** Las subdivisiones estructurales en a) o b) pueden ser combinadas, para

44



45



48

formar figuras mayores o más complejas, con el efecto de gradación (fig. 44f).

g) División ulterior. Las subdivisiones estructurales en todas las estructuras de gradación pueden ser divididas en figuras más pequeñas o más complejas (fig. 44g).

h) El enrejado triangular. El enrejado triangular de una estructura de repetición puede ser transformado en una estructura de gradación, variando gradualmente el tamaño y la figura de los triángulos (fig. 44h).

i) El enrejado hexagonal. El enrejado hexagonal de una estructura de repetición puede ser transformado en una estructura de gradación, variando gradualmente el tamaño y la figura de los hexágonos (fig. 44i).

Gradación alternada

La gradación alternada aporta una complejidad poco habitual en un diseño de gradación. Significa que módulos o subdivisiones estructurales gradualmente cambiantes, que proceden de direcciones opuestas, son entretrejidos entre sí. El modo más simple de conseguir la gradación alternada es dividir la estructura (sean las filas horizontales o verticales) en filas impares y pares, determinando que las filas impares observen una disciplina diferente a las pares.

Para ilustrar esto, veamos la figura 43, en la que la A representa a las filas impares y B a las pares. Para tener una gradación alternada de los módulos, podemos disponer que los módulos de las filas A se transformen de izquierda a derecha, y los de las B en forma opuesta (fig. 43a y también fig. 17c, que es un diseño terminado). Sin embargo, no es necesario que los pasos de la gradación en las filas A y B sean los mismos. Se sugieren variaciones sobre esto en las figuras 43b y c. Manipulando el grado, velocidad y dirección de la gradación podemos obtener tipos casi ilimitados de variación. Los módulos, si no son usados en gradación para ambas filas A y B, pueden ser usados en gradación en un conjunto de filas y repetidamente (en una repetición simple o alternada) en el otro conjunto.

Si los módulos están en gradación de tamaño, el espacio que queda por los módulos que disminuyen puede ser utilizado para la colocación de un conjunto de módulos en gradación inversa. Aquí los módulos originales pueden ocupar la porción central de las subdivisiones estructurales, en tanto un nuevo conjunto de módulos puede ocupar las intersecciones de las líneas estructurales (fig. 45a).

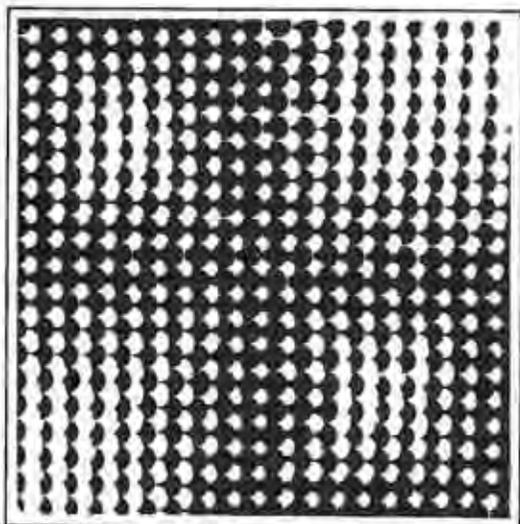
En una estructura de gradación, la gradación alternada puede obtenerse si las filas A disminuyen de manera gradual, mientras las filas B gradualmente se expanden, en forma simultánea y en la misma dirección. Esto se ilustra en la figura 45b, donde las bandas negras representan a las filas A y las bandas blancas a las filas B. La ilustración puede parecer muy complicada, pero el método de construcción puede ser muy simple. El ancho conjunto de cada par de filas A y B debe permanecer constante (o en muy lenta gradación). Así, primeramente podemos dividir todo el ancho del diseño en filas combinadas de A más B, y después podemos dividir cada una de esas filas combinadas en una fila A y una fila B, procurando cuidadosamente que la A se amplíe, paso a paso, desde una fila combinada a la siguiente. Como el ancho de la fila combinada es constante, si A se expande, B se contrae automáticamente.

Relación de módulos y estructuras en un diseño de gradación

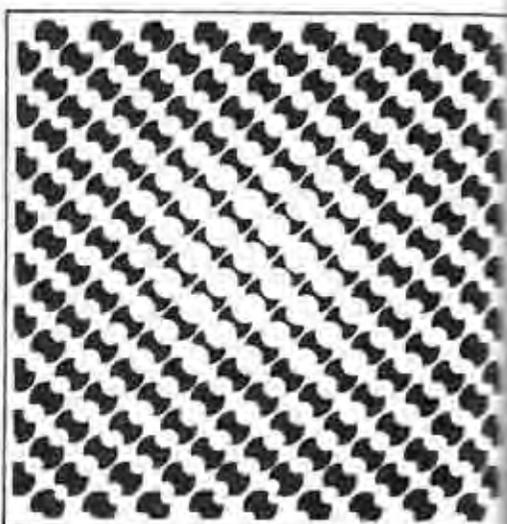
Un diseño de gradación puede ser obtenido de una de las maneras siguientes: módulos de gradación en una estructura de repetición, módulos repetidos en una estructura de gradación; y módulos de gradación en una estructura de gradación.

Debe hacerse notar que los módulos o la estructura o ambos pueden estar en gradación. Una estructura de repetición es lo bastante flexible como para contener casi todos los tipos de módulos de gradación, mientras una estructura de gradación puede tener muchas restricciones.

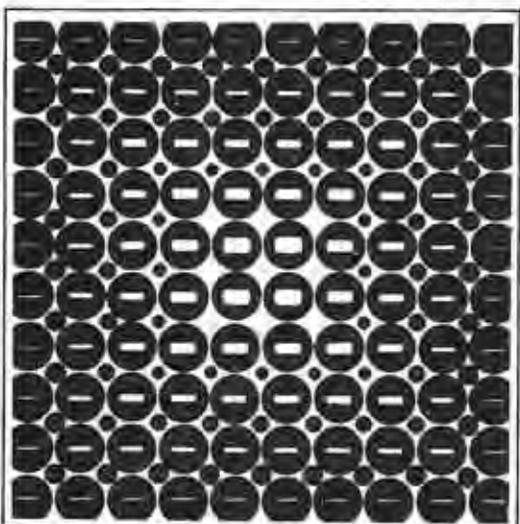
En una estructura de gradación, las subdivisiones estructurales pueden variar desde las



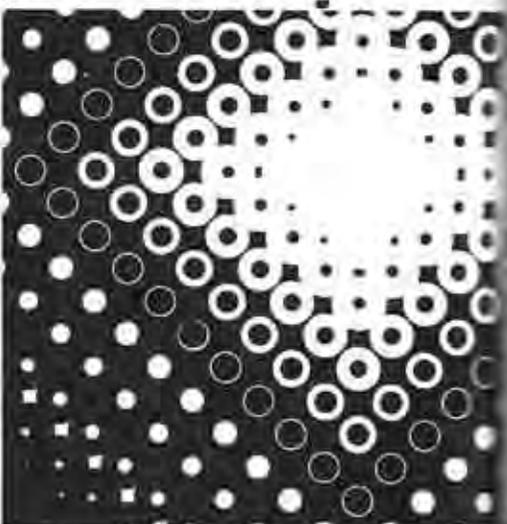
a



b



c

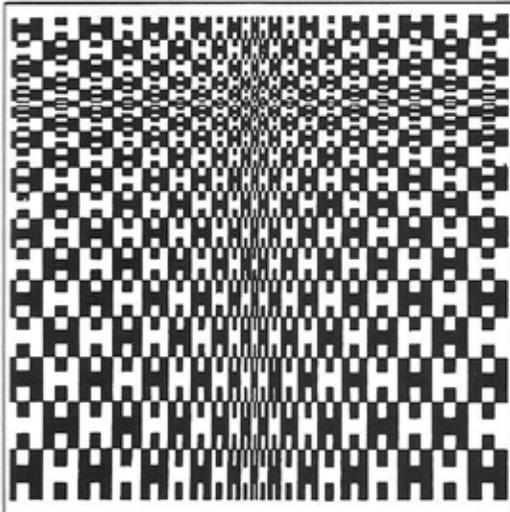


d

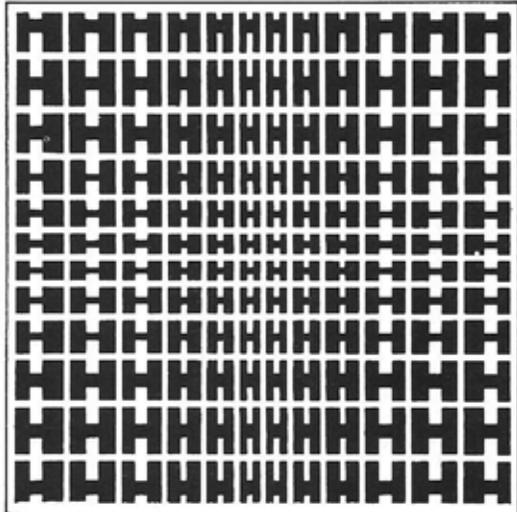
muy grandes a las muy pequeñas, desde las muy estrechas a las muy anchas. Cambian tanto en figura como en tamaño, haciendo difícil la ubicación de módulos más complejos.

Notas sobre los ejercicios

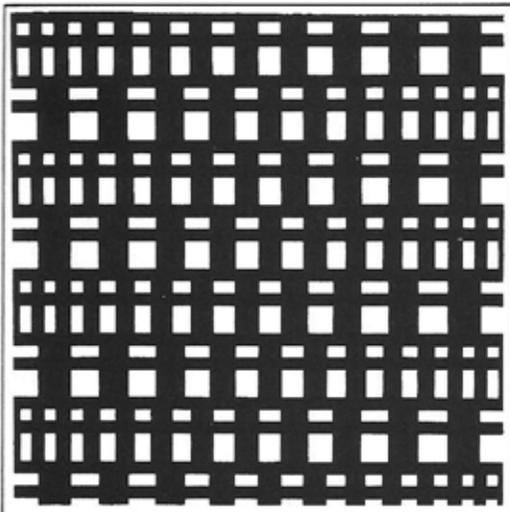
Las figuras 46a, b, c y d ejemplifican el uso de módulos en gradación (en este caso círculos) en una estructura de repetición. Comparar...



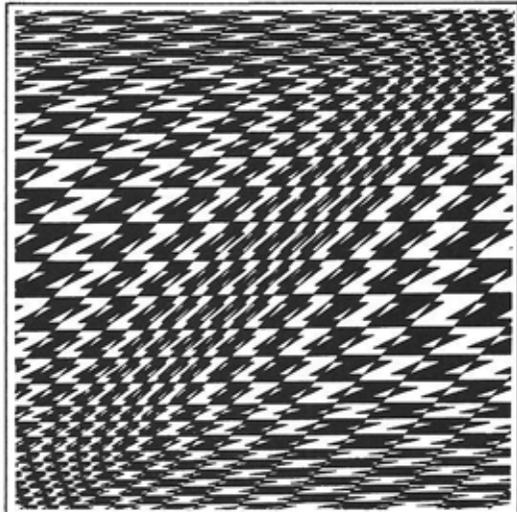
a



b



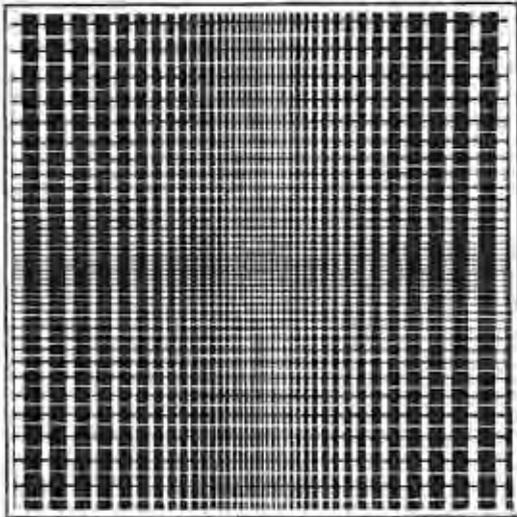
c



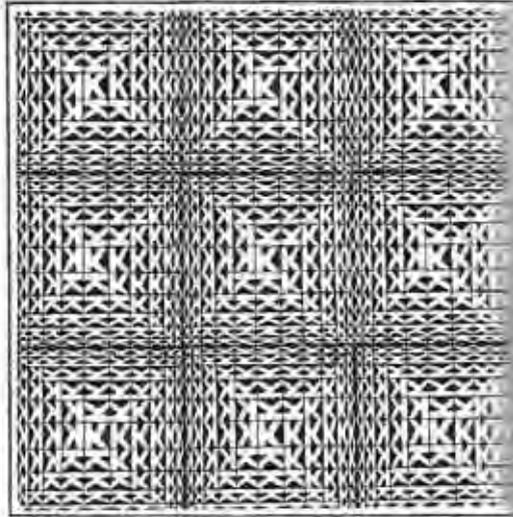
d

esos ejemplos con las figuras 17d y f, que incluyen círculos repetidos en una estructura de gradación. Las figuras 47a hasta 47h ejemplifican el uso de módulos de gradación (en este caso un alfabeto estilizado) en una estructura de

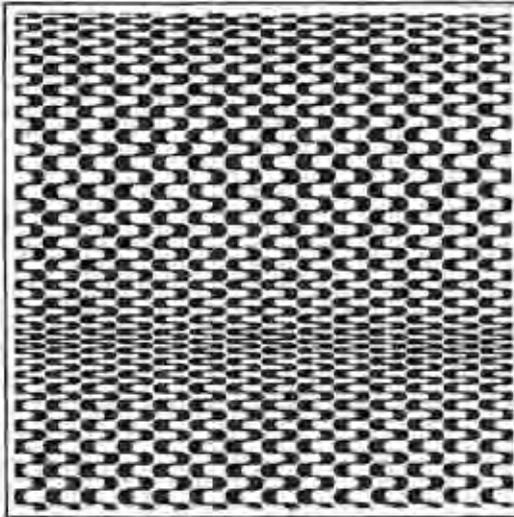
gradación. Mientras el segundo problema supone una nueva apertura, el primero está estrechamente ligado con todos los problemas de los capítulos precedentes, en los que el círculo ha sido un motivo reiterado.



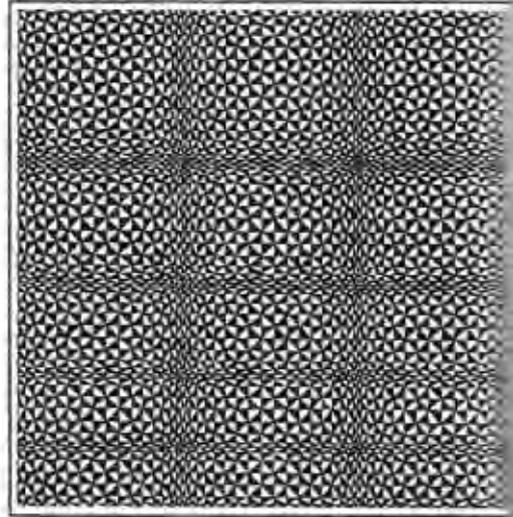
e



f



g



h

7. Radiación

La radiación puede ser descrita como un caso especial de la repetición. Los módulos repetidos o las subdivisiones estructurales que giran regularmente alrededor de un centro común producen un efecto de radiación.

La radiación es un fenómeno común en la naturaleza. Si se observa a las flores que se abren podrán advertirse efectos de radiación en la disposición de los pétalos. Tirar una piedra sobre aguas calmas genera ondas concéntricas, lo que también sugiere una suerte de radiación. En un sentido abstracto, el sol irradia sus rayos de luz; también lo hacen la mayoría de los objetos luminosos.

La radiación puede tener el efecto de vibración óptica que encontramos en la gradación. La repetición de módulos o de subdivisiones estructurales alrededor de un centro común debe atravesar una gradación de direcciones. Por tanto, la radiación puede ser también denominada un caso especial de gradación. A veces la diferencia entre un esquema de gradación y un esquema de radiación es bastante indefinida, como ocurre cuando la culminación de una gradación se localiza en el centro.

Un esquema de radiación atrae de inmediato la atención. Es muy útil cuando se requiera un diseño vigoroso y atrayente.

Características de un esquema de radiación

Un esquema de radiación tiene las siguientes características, que ayudan a diferenciarlo de otro de repetición o de gradación:

- Es generalmente multisimétrico;
- Posee un vigoroso punto focal, habitualmente situado en el centro del diseño;
- Puede generar energía óptica y movimiento, desde o hacia el centro.

La estructura de radiación

Una estructura de radiación se compone de dos factores importantes, cuyo juego recíproco establece sus variaciones y su complejidad:

Centro de radiación. Éste marca el punto

focal en cuyo derredor se sitúan los módulos. Debe anotarse que el centro de la radiación no es siempre el centro físico del diseño.

Direcciones de radiación. Esto se refiere a las direcciones de las líneas estructurales tanto como a las direcciones de los módulos.

Para mayor comodidad, pueden distinguirse tres clases principales de estructura de radiación: centrífuga, concéntrica y centrípeta. En realidad, las tres son muy dependientes entre sí. La estructura de radiación centrífuga puede requerir una estructura concéntrica que colabore en la disposición de sus módulos. La centrípeta necesita habitualmente de una estructura centrífuga como guía de construcción. La concéntrica debe tener una estructura centrífuga para determinar sus subdivisiones estructurales.

La estructura centrífuga

Esta es la clase más común de estructura de radiación. En ella, las líneas estructurales se irradian regularmente desde el centro o desde sus cercanías hacia todas las direcciones.

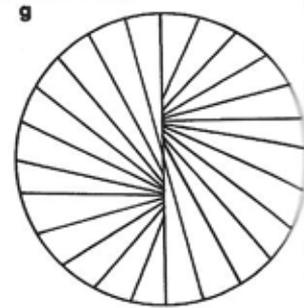
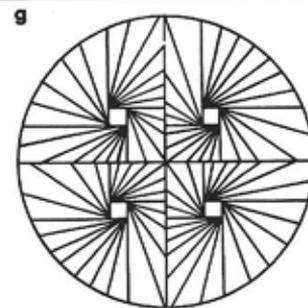
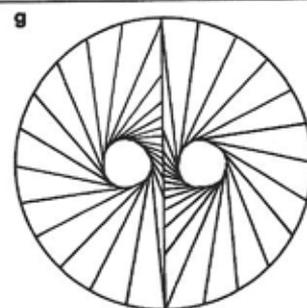
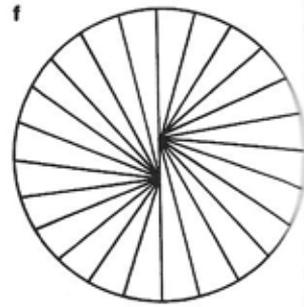
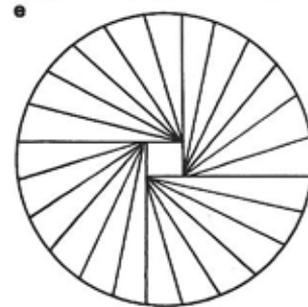
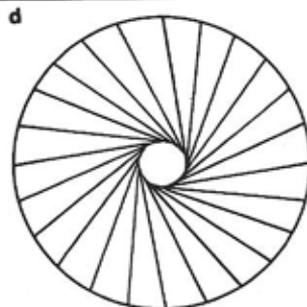
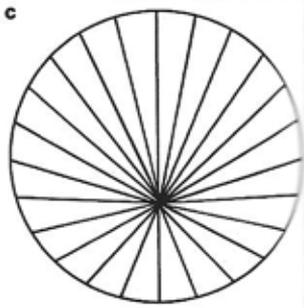
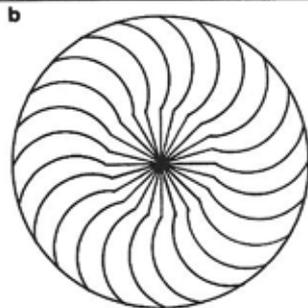
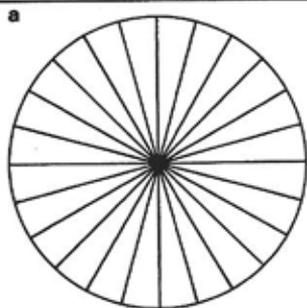
a) *La estructura centrífuga básica.* Ésta se compone de líneas estructurales rectas, que se irradian desde el centro del esquema. Todos los ángulos formados en el centro por las líneas estructurales deben ser iguales (fig. 48a).

b) *Curvatura o quebrantamiento de líneas estructurales.* Las líneas estructurales de a) pueden ser regularmente curvadas o quebradas como se lo desee. Cuando son quebradas, las posiciones en las que las líneas estructurales comienzan a dar una vuelta abrupta quedan determinadas por una figura (habitualmente un círculo, cuyo centro coincide con el del esquema de radiación) que es superpuesta a las líneas estructurales (fig. 48b).

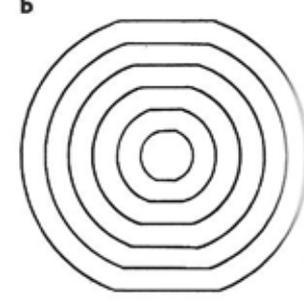
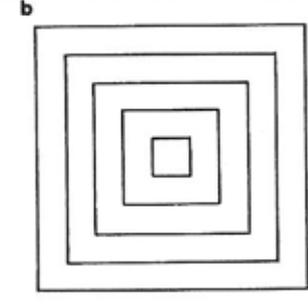
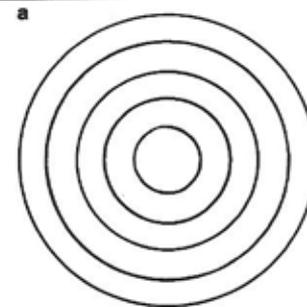
c) *Centro en posición excéntrica.* El centro de radiación es a menudo también el centro físico del diseño, pero puede ser colocado en posición excéntrica, hasta el borde o aun más allá (fig. 48c).

d) *Apertura del centro de radiación.* El centro de radiación puede ser abierto para formar un agujero redondo, ovalado, triangular,

48



49



cuadrado o poligonal. En este caso, las líneas estructurales no se irradian desde el centro del agujero sino que corren como tangentes al agujero circular o como prolongaciones de los lados del triángulo, cuadrado o polígono central (fig. 48d).

e) *Centros múltiples, abriendo el centro de radiación.* Después que el centro de radiación ha sido abierto, y aparecen allí un triángulo equilátero, un cuadrado o un polígono, cada vértice de ese triángulo, cuadrado o polígono puede convertirse en un centro de radiación. El diseño queda dividido en seis sectores, cada uno de ellos con su propio centro de radiación desde el cual surgen las líneas estructurales (fig. 48e).

f) *Centros múltiples, dividiendo y deslizando el centro de radiación.* Un centro de radiación puede ser dividido en dos, haciendo que una mitad irradie desde una posición excéntrica y la otra mitad desde otra posición excéntrica, manteniendo a ambos centros en una línea recta que pasa a través del centro físico del diseño. Pueden ser creados más centros de una manera similar (fig. 48f).

g) *Centros múltiples o centros múltiples ocultos, combinando sectores de estructuras de radiación excéntrica.* Dos o más secciones de estructuras de radiación excéntrica pueden ser organizadas y combinadas para formar una nueva estructura de radiación. El resultado es una radiación de múltiples centros, sean éstos visibles u ocultos (fig. 48g).

La estructura concéntrica

En una estructura concéntrica, en lugar de irradiar desde el centro, como en la estructura centrífuga, las líneas estructurales rodean al centro en capas regulares.

a) *La estructura concéntrica básica.* Ésta se compone de capas de círculos espaciados igualmente, que encierran al centro del diseño, el cual es también el centro de todos los círculos (fig. 49a).

b) *Enderezamiento, curvatura o quebrantamiento de las líneas estructurales.* Las líneas estructurales de a) pueden ser enderezadas, cur-

vadas o quebradas en forma regular y como se desee. En realidad, cualquier figura simple puede ser dispuesta en capas concéntricas (fig. 49b).

c) *Traslado de los centros.* En lugar de poseer un centro común, los círculos pueden trasladar sus centros a lo largo de una línea, la que puede ser recta, curvada, quebrada y posiblemente formar un círculo, triángulo, cuadrado u otra figura deseada. Habitualmente derivan movimientos de remolino (fig. 49c).

d) *La espiral.* Una espiral perfectamente geométrica es muy difícil de construir. Sin embargo, una espiral menos perfecta y todavía regular puede ser obtenida mediante la disección de la estructura concéntrica básica y la nueva colocación de los sectores. El traslado de los centros y el ajuste del radio de los círculos puede producir también una espiral. Un esquema de espiral genera una vigorosa fuerza centrífuga, así que está a mitad de camino entre una estructura centrífuga y una concéntrica (fig. 49d).

e) *Centros múltiples.* Escogiendo una sección o un sector de una estructura concéntrica y repitiéndolo luego, puede construirse, a veces con necesarios ajustes, una estructura concéntrica con centros múltiples (fig. 49e).

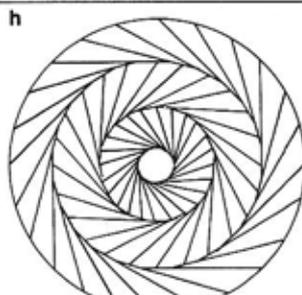
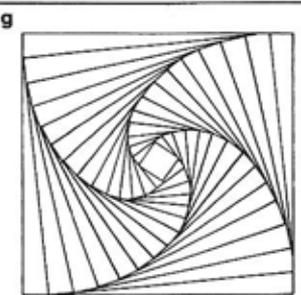
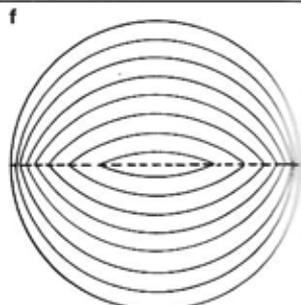
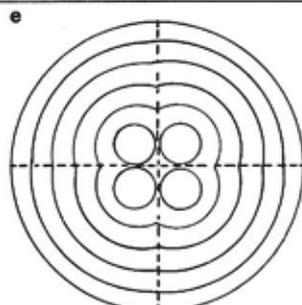
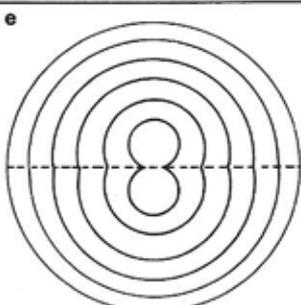
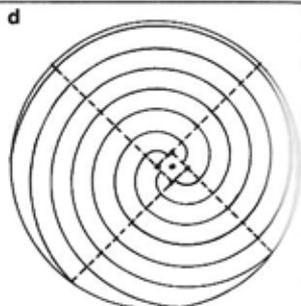
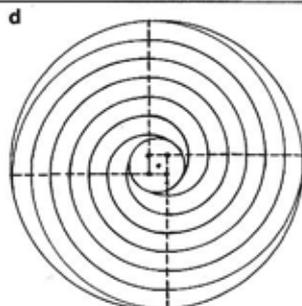
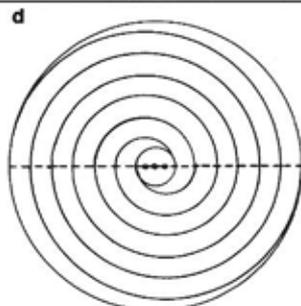
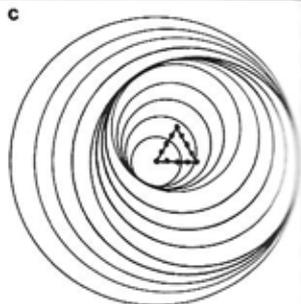
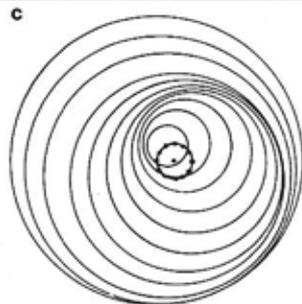
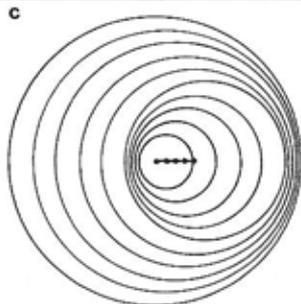
f) *Centros distorsionados, ocultos o ambas cosas.* Éstos pueden ser creados de la misma manera descrita en e), pero en lugar de crear centros múltiples, el diseño puede contener un centro distorsionado, o varios centros ocultos (fig. 49f).

g) *Rotación gradual de capas concéntricas.* Si las capas concéntricas no son círculos perfectos sino cuadrados, polígonos o figuras irregulares, pueden ser rotados gradualmente (fig. 49g).

h) *Capas concéntricas con radiaciones centrífugas.* Se pueden construir radiaciones centrífugas dentro de cada capa concéntrica (fig. 49h).

i) *Capas concéntricas reorganizadas.* Las capas concéntricas pueden ser reorganizadas para que algunas de las líneas estructurales puedan ser dobladas y unidas con otras líneas estructurales, lo que deriva en esquemas entretejidos, con uno o más centros (fig 49i).

49



La estructura centrípeta

En este tipo de estructura, las secuencias de líneas estructurales quebradas o curvadas presionan hacia el centro. El centro no está donde habrán de converger todas las líneas estructurales sino hacia donde apuntan todos los ángulos y curvas formados por las líneas estructurales.

a) *La estructura centrípeta básica.* Ésta se compone de sectores iguales, dentro de cada uno de los cuales se construyen líneas equidistantes, paralelas a los dos lados rectos del sector, formando una serie de ángulos que apuntan hacia el centro (fig. 50a).

b) *Cambio direccional de líneas estructurales.* Las líneas paralelas en la estructura centrípeta básica pueden cambiar de dirección, a fin de que se formen ángulos crecientemente agudos u obtusos en los puntos de unión de las líneas estructurales (fig. 50b).

c) *Curvatura y quebrantamiento de líneas estructurales.* Las líneas estructurales pueden ser curvadas o quebradas regularmente, creando cambios complejos dentro del esquema (fig. 50c).

d) *Apertura del centro de radiación.* Deslizándose los sectores de una estructura centrípeta, el centro de radiación puede ser abierto, formando allí un triángulo, cuadrado, polígono o estrella (fig. 50d).

Superposición de estructuras de radiación

Como se ha señalado antes, las tres clases de estructuras de radiación son interdependientes. A menos que los módulos sean sólo las mismas líneas estructurales, hechas visibles, toda clase de estructura de radiación requiere generalmente otra, a fin de producir las subdivisiones estructurales en las que se colocarán los módulos (fig. 51a).

La superposición es así una necesidad práctica. Cuál sea la estructura de radiación que habrá de dominar en la superposición es algo que depende de la figura y colocación de los módulos.

A veces una estructura de radiación es superpuesta a otra del mismo tipo o de un tipo diferente con un propósito diferente. El resultado es una composición compleja, que a menudo produce interesantes esquemas moiré (fig. 51b).

Radiación y repetición

Una estructura de radiación puede a veces ser superpuesta a una estructura de repetición. Manteniendo incambiada la estructura de repetición, las líneas estructurales de radiación pueden ser trasladadas ligeramente, a fin de que la continuidad de las líneas de radiación, de una subdivisión estructural repetitiva a la siguiente, sea interrumpida para provocar una sensación de movimiento (figs. 52a y b).

Una estructura de radiación puede asimismo ser superpuesta sobre simples formas repetitivas, guiadas por una estructura inactiva de repetición (fig. 52c).

Radiación y gradación

Casi todas las estructuras de radiación ilustradas anteriormente en este capítulo son construidas con ángulos y espacios repetitivos o sólo con uno de ellos. Sin embargo, los ángulos y espacios de gradación pueden ser utilizados en muchos de los casos (figs. 55f y g).

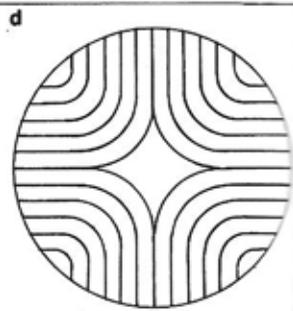
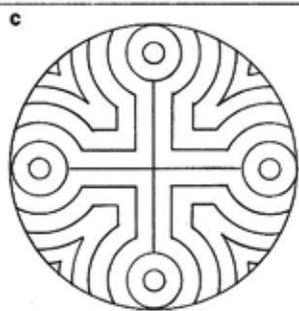
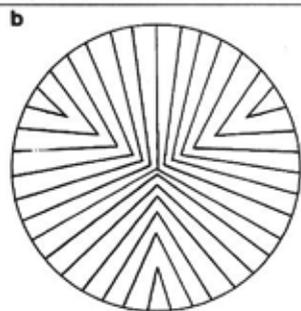
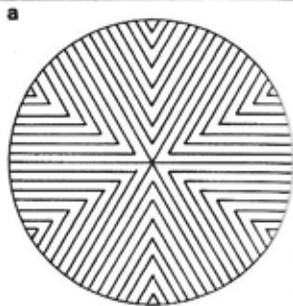
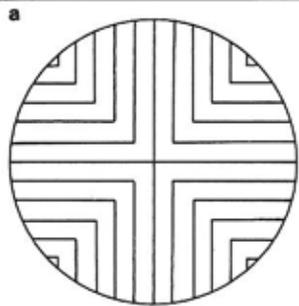
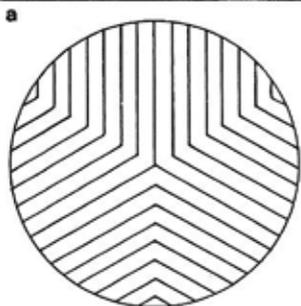
Una estructura de radiación puede ser superpuesta a una estructura de gradación o a un grupo de módulos en gradación, de la misma manera en que es superpuesta a una estructura de repetición o a un grupo de formas en repetición.

Subdivisiones estructurales y módulos

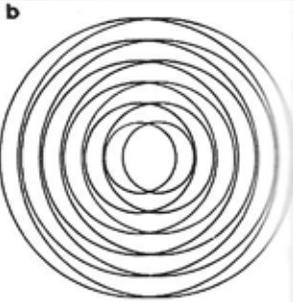
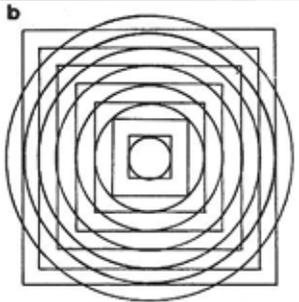
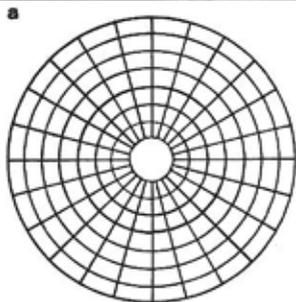
Las subdivisiones estructurales en una estructura de radiación son habitualmente repetitivas o de gradación, aunque también pueden ser similares o totalmente distintas entre sí.

En una estructura centrífuga, las subdivisiones son generalmente repetitivas tanto en

50



51



52

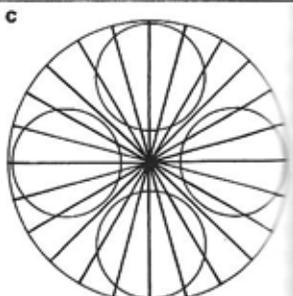
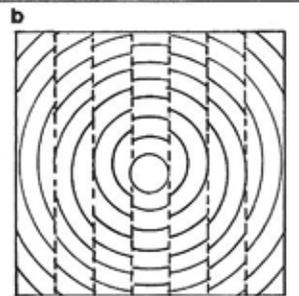
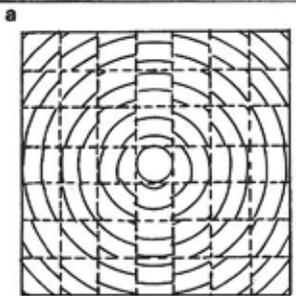


figura como en tamaño. Los módulos se ajustan a estas subdivisiones, de la misma manera en que se ajustan a una estructura de repetición, excepto porque las subdivisiones normalmente arrastran a los módulos en su rotación de dirección. Los módulos pueden ajustarse a las direcciones de las subdivisiones o mantener un ángulo constante con el eje de cada subdivisión (figs. 53a y b).

Dentro de cada una de las subdivisiones en una estructura centrífuga, pueden construirse, si se desea, subdivisiones más elaboradas. Puede emplearse para ello una secuencia de líneas paralelas, pero virtualmente no hay límite para las maneras de hacer ulteriores subdivisiones (fig. 53c).

En una estructura concéntrica regular, las subdivisiones tienen forma de anillo que puede acomodar sólo a módulos de naturaleza lineal. Se requiere habitualmente una estructura centrífuga para hacer subdivisiones finas, y cada anillo puede ser rotado variablemente, si fuera necesario, para que las subdivisiones de un anillo no se alineen con las del anillo vecino (fig. 53d). Las subdivisiones obtenidas de esta manera son generalmente repetitivas en cada anillo, pero en gradación desde el centro hacia los anillos exteriores. Los módulos se ajustan a estas subdivisiones, de la misma manera en que lo hacen con una estructura de gradación. Desde luego es asimismo posible subdividir cada anillo concéntrico en una forma diferente, si así se lo desea (fig. 53e).

En una estructura centrípeta regular, las subdivisiones quedan definidas por conjuntos de líneas paralelas que se encorvan o tuercen hacia el centro. Éstas pueden ser nuevamente divididas, superponiendo grupos de líneas paralelas, otra estructura centrípeta o una estructura concéntrica (figs. 53f, g, h e i).

Módulos en radiación

Hemos hablado de módulos en repetición, similitud y gradación, y en cada una de esas disciplinas pueden ser considerados todos los elementos visuales o de relación. La radiación es

un tipo de disciplina que tiene relación solamente con la estructura. Si tenemos que hablar de módulos en radiación, se tratará del movimiento concéntrico, tratado bajo el título "Esquemas de gradación", en el capítulo sobre gradación. El movimiento concéntrico crea una sensación de radiación, pero básicamente se trata de un uso en gradación de los módulos. En la rotación dentro del plano, los módulos pueden ser rotados de tal manera que todos apunten hacia el centro físico del diseño. En la progresión en el plano, pueden moverse gradualmente hacia o desde el centro de un anillo concéntrico a su vecino (fig. 54a).

Los módulos pueden ser dibujados como esquemas de radiación en miniatura, que quedan dispuestos repetitivamente o en gradación, dentro de una estructura de repetición. El efecto es muy similar al de la radiación (fig. 54 b).

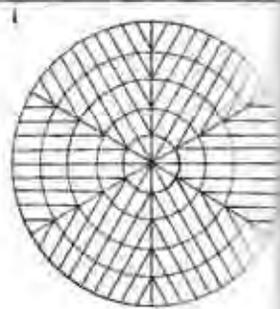
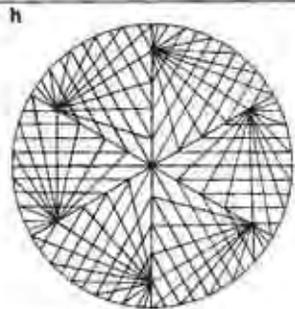
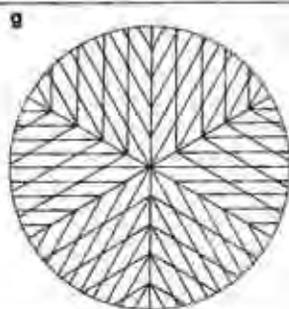
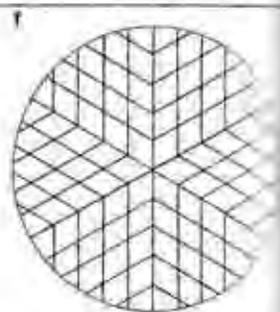
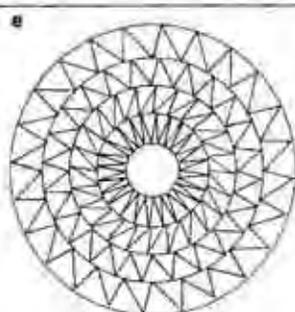
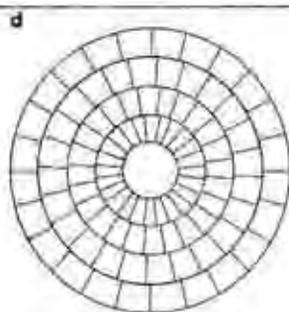
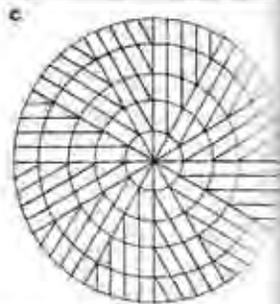
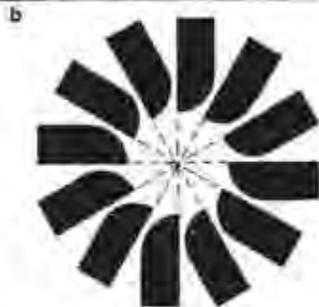
Módulos de tamaño mayor

Un módulo puede ser casi tan grande, a veces, como todo el esquema de radiación, o su largo o su ancho pueden ser comparables al diámetro de la radiación. Tales módulos mayores pueden ser rotados a lo largo de una estructura centrífuga, manteniendo una relación fija con cada una de las líneas estructurales. Durante la rotación, un módulo habrá de cruzarse inevitablemente sobre varios o todos los otros módulos, y el manejo cuidadoso de la superposición, la penetración, la unión, la sustracción y la intersección habrán de producir interesantes resultados (fig. 54c).

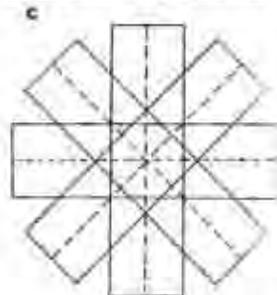
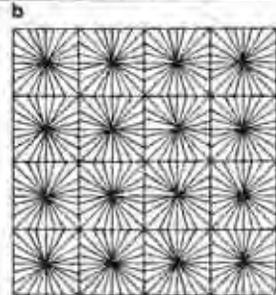
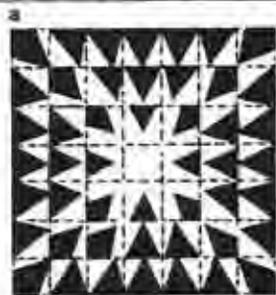
Radiación irregular y distorsionada

Puede hacerse, si se lo desea, cualquier desvío irregular de las estructuras regulares de radiación. La irregularidad puede ocurrir solamente en una sección de un esquema regular, pero todo el diseño puede ser creado con un centro difuso y con elementos de radiación o series de anillos concéntricos irregulares que serán sueltamente esparcidos.

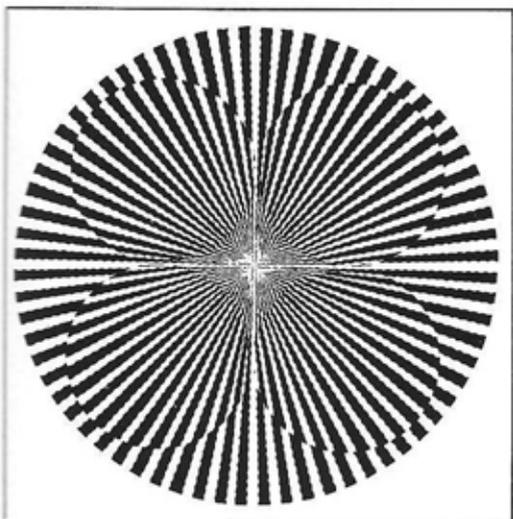
53



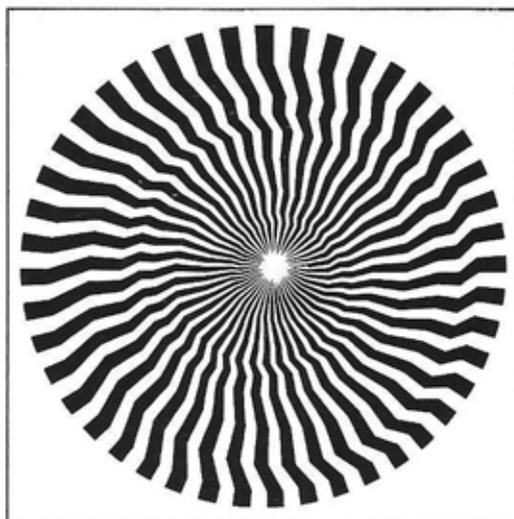
54



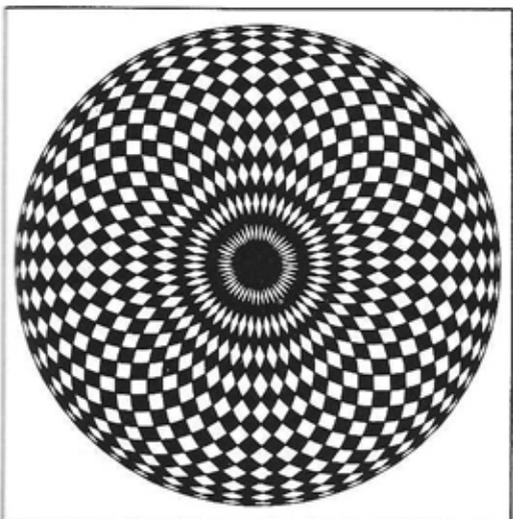
60



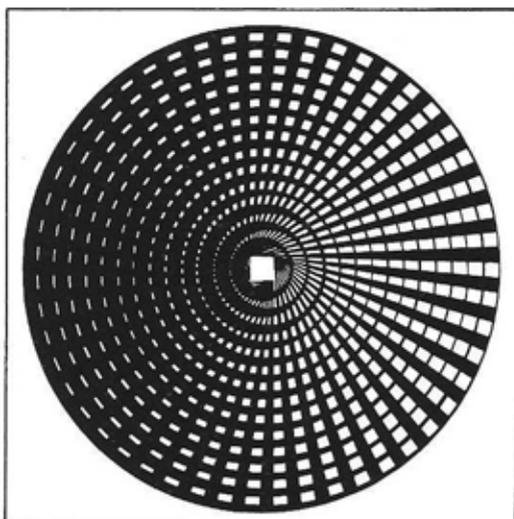
a



b



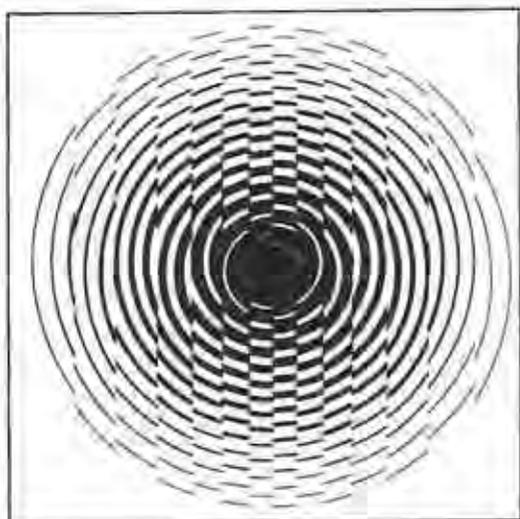
c



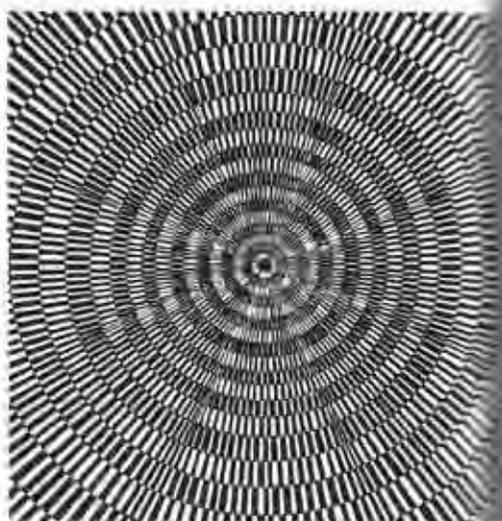
d

La fotografía y otros medios mecánicos pueden ser utilizados para distorsionar un esquema de radiación regular. El esquema dibujado o pintado sobre un papel puede ser fotografiado con lentes especiales, a través de una pan-

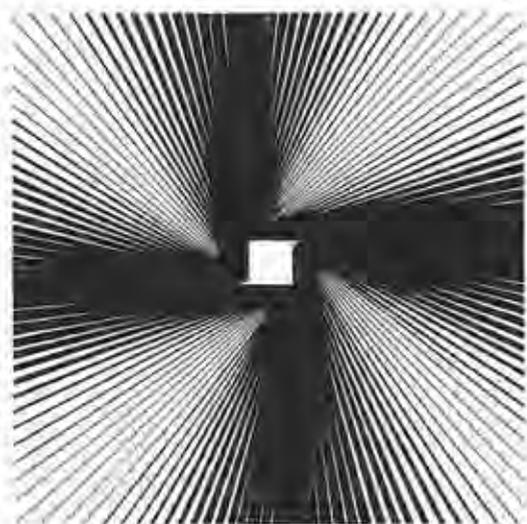
talla transparente que posea textura, o desde cierto ángulo. Asimismo puede ser curvado, arrugado, doblado o ajado, y luego convertido en una imagen plana por medio de la fotografía.



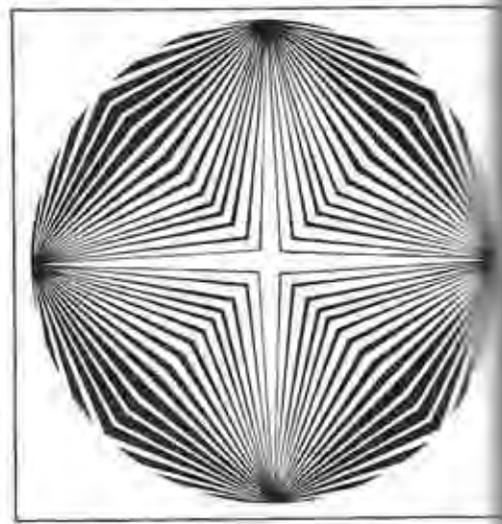
a



f



g



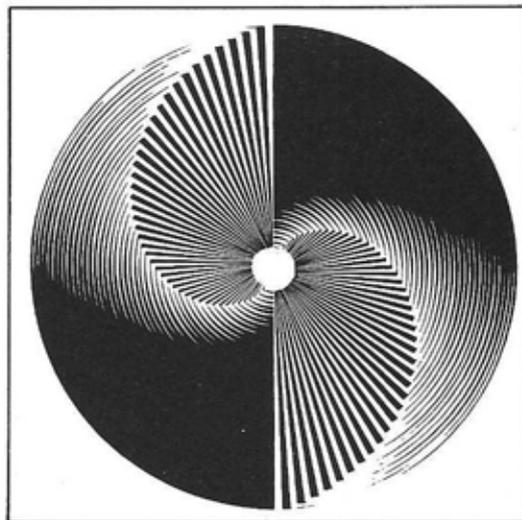
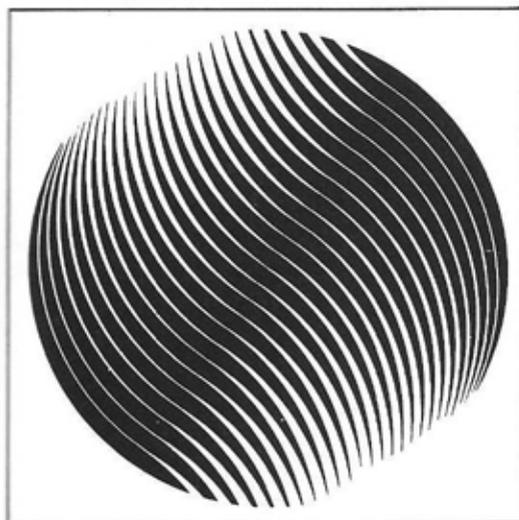
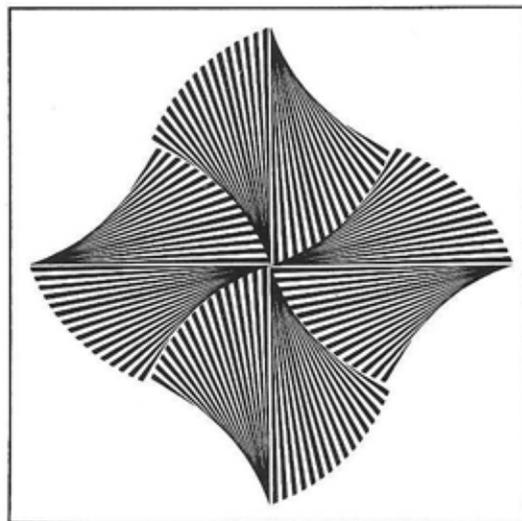
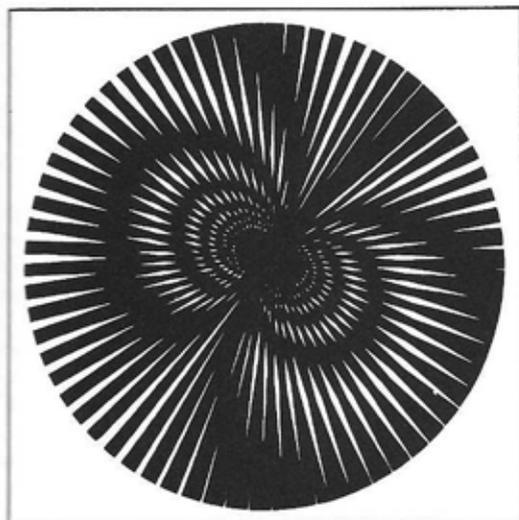
h

Notas sobre los ejercicios

Las figuras 55a hasta la 55n ilustran diseños de radiación, con módulos que, más o menos, son de naturaleza lineal. En algunos ejemplos los módulos son sólo las líneas estruc-

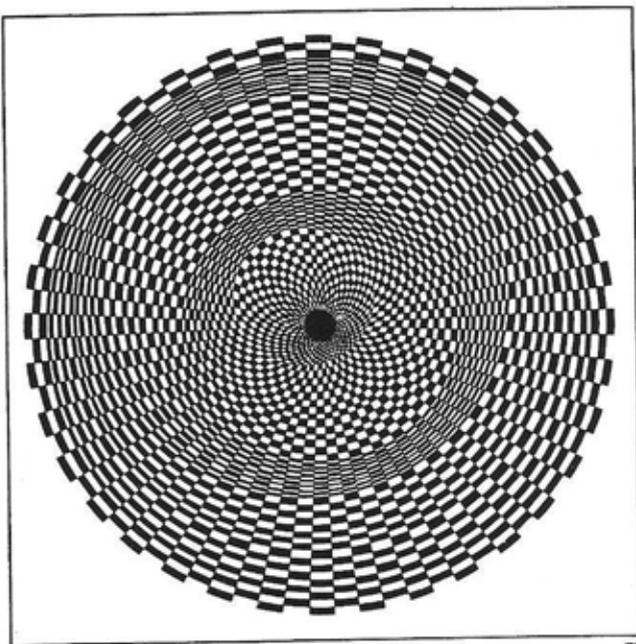
turales, que se han hecho visibles; en otros ejemplos son diseñados para ajustarse a las visiones estructurales.

No se intenta aquí agrupar los ejemplos en las tres clases de estructura de radiación que se han considerado en este capítulo, dado que

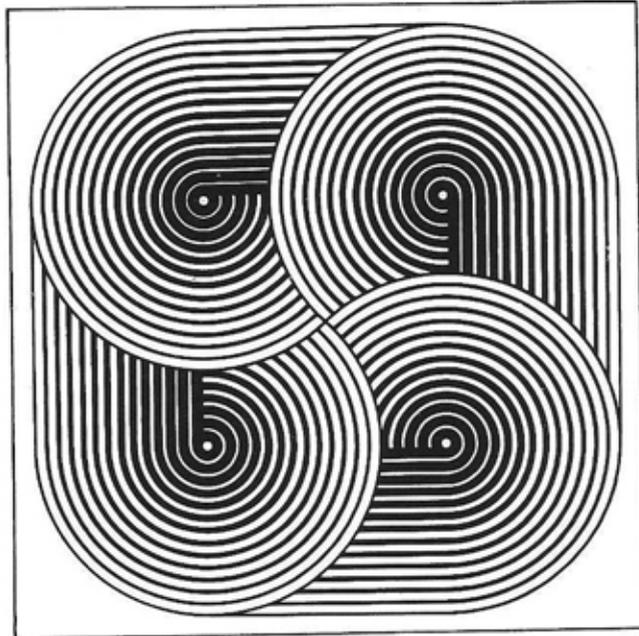


que algunos son inmediatamente identificables como de una clase u otra, casi todos son una combinación de clases distintas. Se sugiere con firmeza que los ejemplos sean cuidadosamente analizados.

55



m



n

64

8. Anomalía

La anomalía es la presencia de la irregularidad en un diseño en el cual aún prevalece la regularidad. Marca cierto grado de desviación de la conformidad general, lo que resulta en una interrupción, leve o considerable, de la disciplina total. A veces la anomalía es sólo un elemento irregular dentro de una organización uniforme.

Los ejemplos de anomalía en nuestro alrededor son comunes: las flores entre el follaje, una luna en una noche estrellada, las grietas en una pared lisa, una vieja iglesia entre modernos rascacielos.

En el diseño, el uso de la anomalía debe responder a una verdadera necesidad. Debe tener un propósito definido, que puede ser uno de los siguientes:

a) Atraer la atención. Cuando la anomalía es usada en forma moderada, tiende a destacarse y a atraer la atención inmediata. Puede crearse un centro de interés si la anomalía se produce sólo dentro de una zona restringida del diseño.

b) Aliviar la monotonía. La simple regularidad puede hacerse monótona. La anomalía es capaz de generar movimiento y vibración. En este caso, las zonas anómalas deben ser esparcidas, casual o sistemáticamente, sobre todo el diseño.

c) Transformar la regularidad. Una clase de regularidad puede ser transformada en otra. Aquí la anomalía es sólo un cambio de disciplina.

d) Quebrar la regularidad. La regularidad puede ser completamente aniquilada hasta el desorden en una o más zonas. La anomalía parece ser más violenta en este caso, pero debe mantenerse la unidad del diseño.

Estos propósitos serán considerados cuando se traten separadamente las anomalías entre módulos y las anomalías dentro de las estructuras.

Anomalía entre módulos

Existe la regularidad entre los módulos cuando están relacionados entre sí bajo cierta clase de disciplina, que puede ser la repetición, la similitud o la gradación. Sin embargo, si con-

sideramos todos los elementos visuales y de relación, la vinculación entre varios módulos puede ser bastante compleja. Los módulos pueden ser repetitivos en todo sentido, pero asimismo pueden ser repetitivos sólo en ciertos elementos, y de gradación en los elementos restantes.

Cuando se introduce la anomalía entre los módulos, debe examinarse cuidadosamente la originalidad de cada uno de los elementos visuales y de relación. Un módulo anómalo no tiene que ser diferente en todo sentido respecto a la regularidad general. Puede desviarse en uno o dos elementos y conformarse en los otros a la regularidad general.

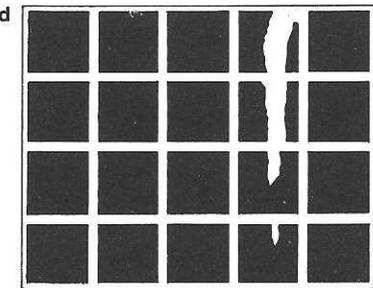
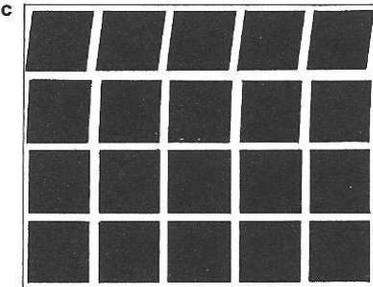
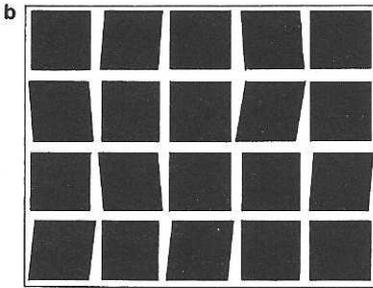
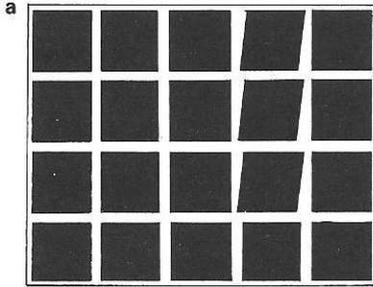
La anomalía es comparativa. Un módulo anómalo puede ser más anómalo que otro. La anomalía puede ser tan sutil que apenas sea perceptible, o puede ser extremadamente prominente. Los módulos anómalos pueden mantener cierta clase de regularidad entre sí, o pueden ser muy diferentes entre sí.

Los módulos anómalos pueden llamar la atención de una o más de las siguientes maneras: *a)* la anomalía es prominente; *b)* todos los módulos anómalos aparecen dentro de una zona restringida; *c)* hay sólo unos pocos módulos anómalos (o hay sólo uno). La anomalía concentrada se convierte normalmente en el centro de interés (dentro de un diseño (fig. 56a).

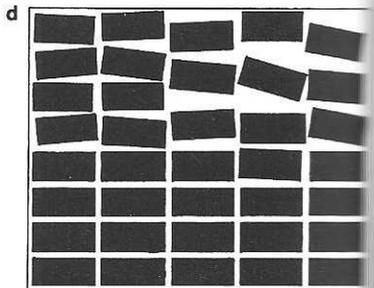
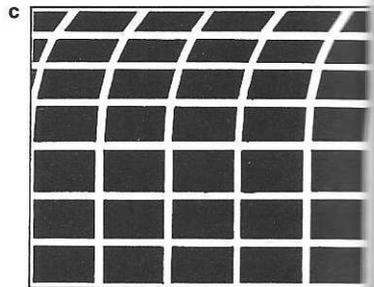
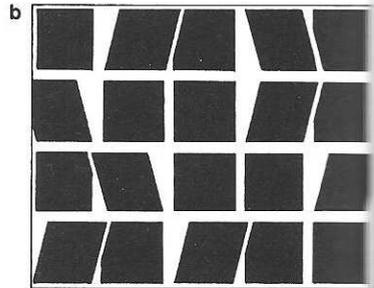
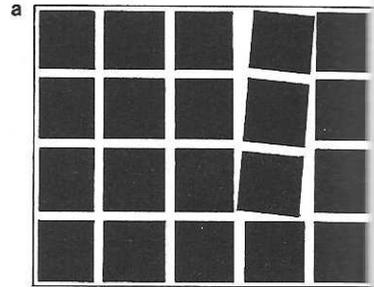
La anomalía alivia a la monotonía cuando los módulos anómalos aparecen con bastante frecuencia, repartidos sobre una zona amplia. Pueden ser bastante indiferenciados, como distorsiones menores o transfiguraciones de los módulos normales. Su ubicación en el diseño puede ser ordenada o casual, generando movimiento y agregando énfasis (fig. 56b).

La regularidad puede ser transformada, de una clase a otra, cuando los módulos anómalos establecen una suerte de regularidad entre sí. Tales módulos anómalos no sólo se relacionan regularmente entre sí, sino que están dispuestos regularmente. Esto equivale a combinar o anexar dos grupos diferentes de módulos regulares. El grupo minoritario es una anomalía respecto a la mayoría, pero a veces tal diferencia puede ser bastante difusa (fig. 56c).

56



57



La regularidad puede ser interrumpida cuando los módulos de una o más zonas parecen haber sido rasgados, quebrados, fracturados o disueltos. Esto puede ser más eficaz si la estructura es asimismo perturbada (fig. 56d).

Anomalía dentro de estructuras

Las estructuras regulares son las de repetición, gradación y radiación. Las estructuras de similitud son menos regulares, pero mantienen aún cierto grado de regularidad.

La anomalía dentro de una estructura regular ocurre cuando las subdivisiones estructurales, en una o más zonas del diseño, cambian en figura, tamaño o dirección, se hacen dislocadas o caen en la completa desorganización. Esto señala un paso adicional hacia la informalidad, pero la estructura es aun formal, aparte de las zonas anómalas.

Obviamente, los módulos están incluidos en estructuras de esta naturaleza. En las zonas donde ocurre una anomalía de estructura, los módulos pueden ser afectados de una o más de las siguientes maneras:

a) Sus elementos visuales permanecen intactos, pero pueden ser forzados a cambiar de posición o de dirección, posiblemente cruzándose sobre subdivisiones estructurales adyacentes o sobre otros módulos.

b) Sus elementos visuales permanecen intactos, pero las líneas estructurales anómalas, siendo activas en este caso, pueden cercenar porciones de aquellos módulos que no estén totalmente confinados a sus respectivas subdivisiones.

c) Pueden ser distorsionados como lo son las subdivisiones, pero su relación con las subdivisiones sigue siendo igual.

d) Pueden convertirse en anómalos mientras mantienen una clase de regularidad entre sí mismos.

e) Pueden convertirse en variablemente anómalos.

La anomalía estructural puede llamar la atención cuando ocurre en forma notable dentro de una zona restringida. Incluso si todos los ele-

mentos visuales de los módulos permanecen incambiados, la anomalía estructural estira o comprime el espacio, lo que fácilmente concentra la atención del ojo (fig. 57a).

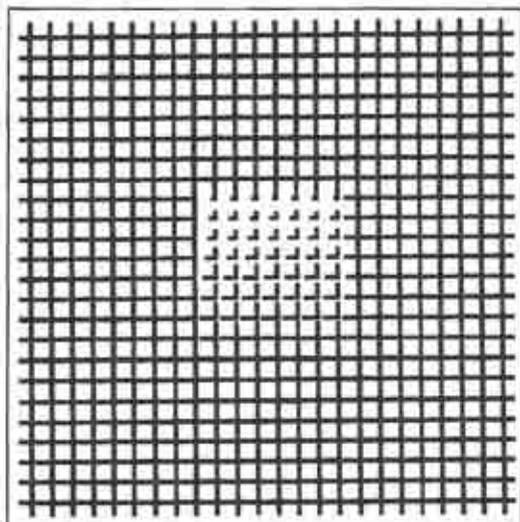
La monotonía de la simple regularidad puede ser aliviada con la repetición frecuente de subdivisiones estructurales anómalas, distribuidas en forma ordenada o en forma casual sobre todo el diseño. Esto provoca interesantes variaciones del espacio en blanco y de la colocación de los módulos, cuyas figuras o tamaños, o ambas cosas, pueden ser o no afectados (fig. 57b).

La zona o zonas de la anomalía pueden ser sólo otra clase de regularidad estructural, diferente a la disciplina general. La transformación de la regularidad puede conducir a llamativas composiciones semiformales (fig. 57c).

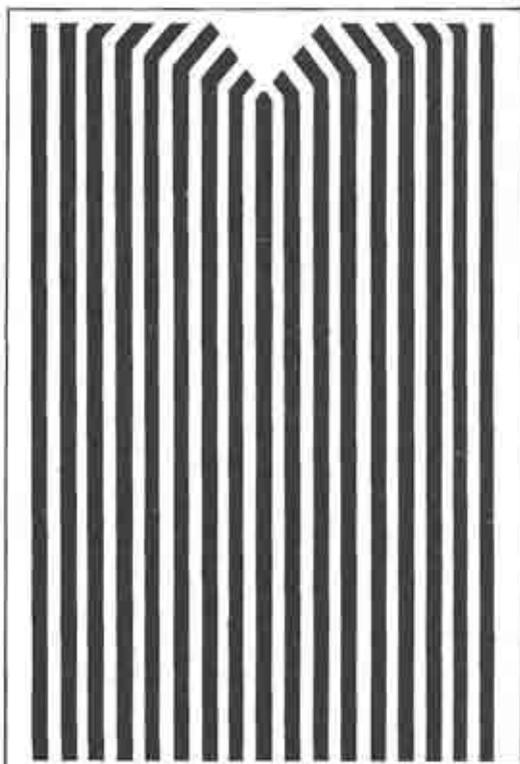
La ruptura de una estructura regular significa que la disciplina queda completamente destruida en una o más zonas de anomalía. Las líneas estructurales quedan enmarañadas, las subdivisiones son distorsionadas o dislocadas, o la estructura se desintegra parcialmente (fig. 57d).

Notas sobre los ejercicios

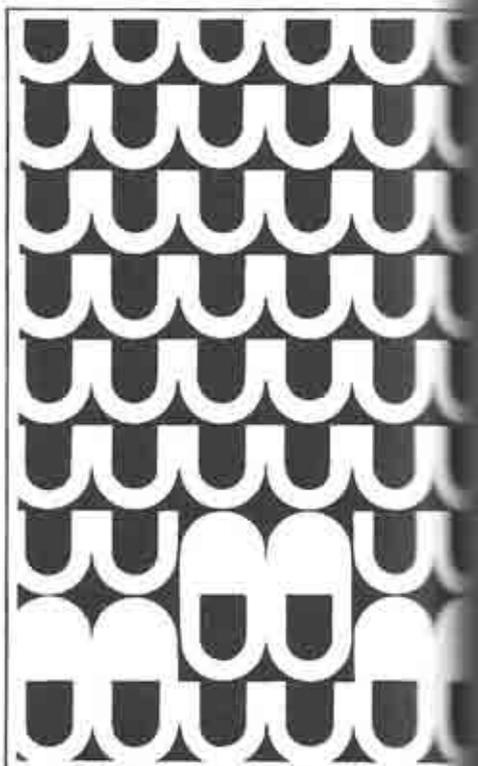
Los usos de la anomalía se muestran en las figuras 58a, b, c, d, e, f, g, h, i y j. Los módulos en estos ejercicios son mayormente de naturaleza lineal. No existe restricción sobre cómo la regularidad general domina al diseño y cómo se introduce la anomalía. Nótese el efecto de la anomalía en cada uno de los ejemplos.



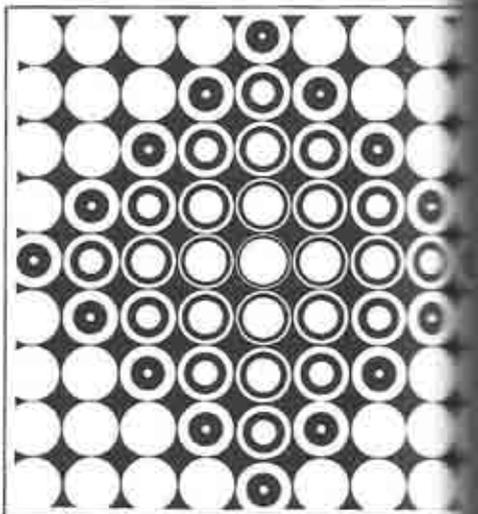
a



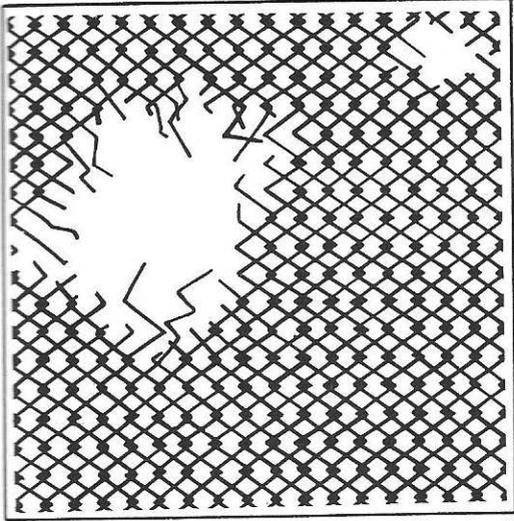
b



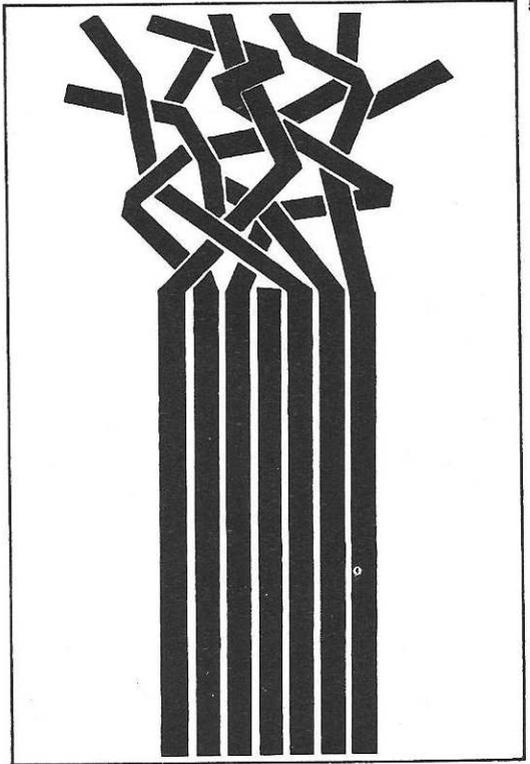
c



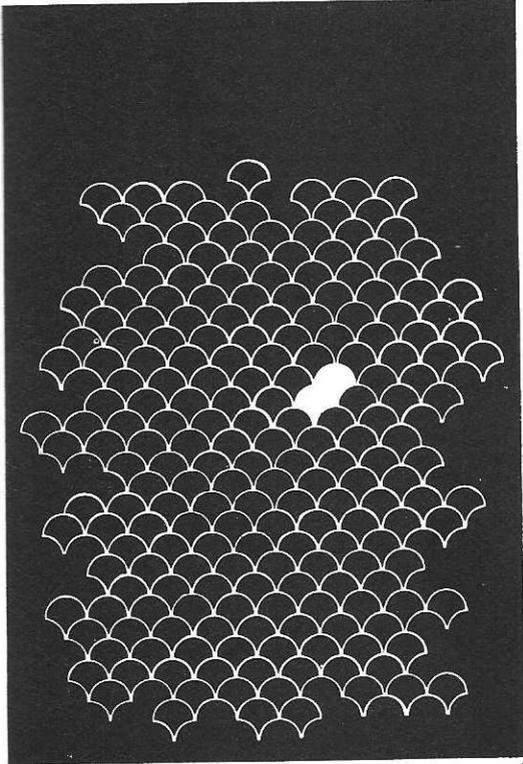
d



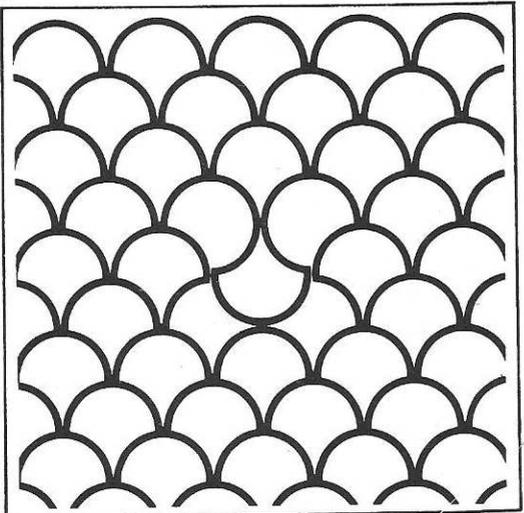
e



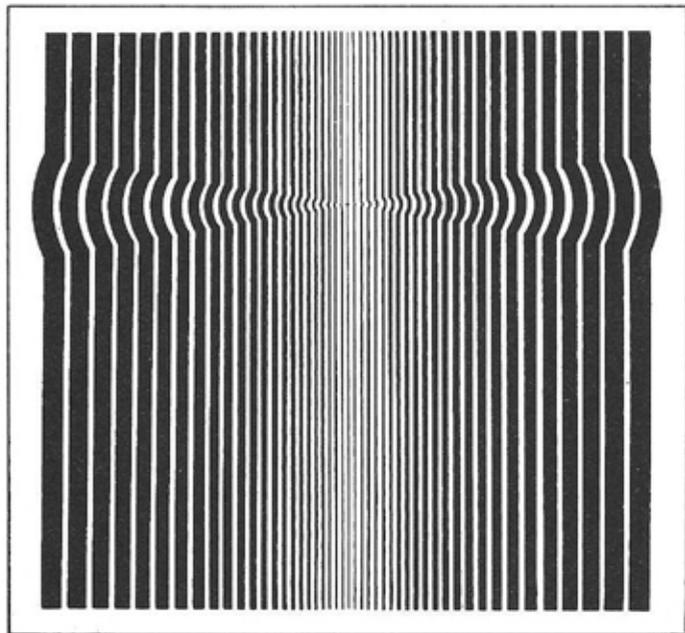
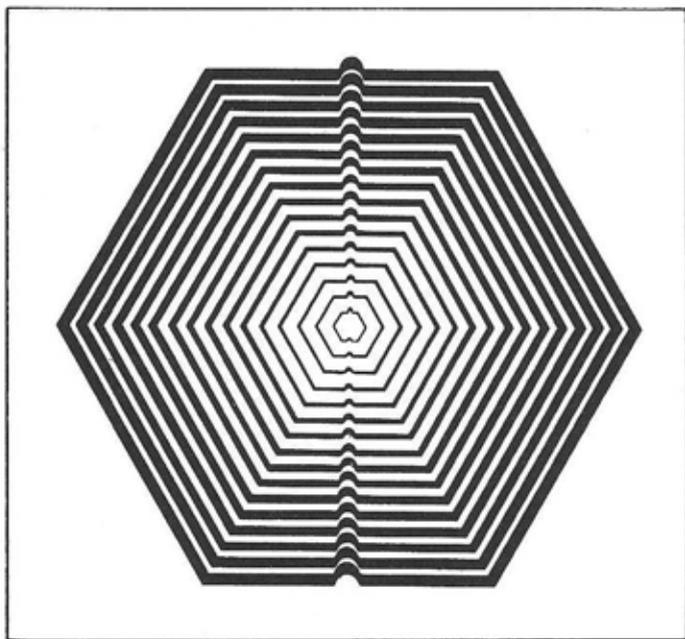
g



f



h



9. Contraste

El contraste ocurre siempre, aunque su presencia pueda no ser advertida. Existe el contraste cuando una forma está rodeada de un espacio blanco. Hay un contraste cuando una línea recta se cruza con una curva. Lo hay cuando una forma es mucho mayor que otra. Lo hay cuando coexisten direcciones verticales y horizontales.

Experimentamos toda suerte de contrastes en nuestra vida cotidiana. El día contrasta con la noche; el pájaro que vuela contrasta con el cielo; una vieja silla contrasta con un moderno sofá.

El contraste llega mucho más de las oposiciones comúnmente reconocidas. Es muy flexible: puede ser suave o severo, difuso u obvio, simple o complejo. La forma A puede parecer contrastante con la B, pero cuando se introduce la C, las formas A y B pueden parecer más similares que contrastantes entre sí, y ambas pueden contrastar con la C en grados variados.

El contraste es sólo una clase de comparación, por la cual las diferencias se hacen claras. Dos formas pueden ser similares en algunos aspectos y diferentes en los otros. Sus diferencias quedan enfatizadas cuando hay un contraste. Una forma puede no parecer grande si es vista por sí sola, pero puede parecer gigantesca junto a formas vecinas diminutas.

Contraste, regularidad y anomalía

La anomalía existe en la regularidad, bajo la forma de elementos irregulares. Existe un contraste entre la anomalía y la regularidad porque la regularidad es la observación de cierta clase de disciplina, mientras la anomalía es la desviación de ella. Sin embargo, el contraste existe asimismo dentro de la propia regularidad.

A menos que el diseño no sea más que una superficie plana, coloreada de manera uniforme, siempre hay un contraste entre el espacio ocupado y el espacio vacío. En la disposición de módulos que sean repetitivos en figura, tamaño, color y textura, pueden ocurrir contrastes de posición, de dirección o de ambos. Los módulos mismos pueden componerse de elementos contrastantes, de una u otra manera. Todos los ele-

mentos contrastantes pueden ser entrelazados juntos en el diseño, como partes intrínsecas de la regularidad.

La regularidad no produce necesariamente un buen diseño, aunque puede garantizar cierto grado de armonía. El mismo grupo de módulos, utilizados en una estructura de repetición, pueden derivar a un diseño opaco en las manos de un diseñador y a un diseño llamativo en manos de otro. El debido uso del contraste en los elementos de relación puede explicar esa diferencia.

Contraste de elementos visuales y de relación

Examinemos el uso del contraste, respecto a cada uno de los elementos visuales y de relación:

a) *Contraste de figura.* El contraste de figura es muy complicado porque una figura puede ser descrita de múltiples maneras. Existe el contraste entre una figura geométrica y una orgánica, pero dos figuras geométricas pueden estar en contraste si una es angulosa y la otra no lo es. Otros casos comunes de contraste de figura son: curvilínea/rectilínea, plana/lineal, mecánica/caligráfica, simétrica/asimétrica, hermosa/fea, simple/compleja, abstracta/representativa, distorsionada/no distorsionada, etc. (fig. 59a).

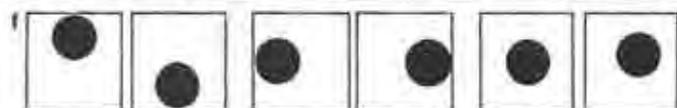
b) *Contraste de tamaño.* El contraste de tamaño es directo. El contraste entre lo grande y lo pequeño se ve en las formas planas, mientras el contraste entre lo largo y lo corto se ve en las formas lineales (fig. 59b).

c) *Contraste de color.* Una discusión detallada sobre los contrastes de color estaría más allá del alcance de este libro, pero algunos casos comunes pueden ser mencionados aquí: luminoso/oscurito, brillante/opaco, cálido/frío, etc. (fig. 59c).

d) *Contraste de textura.* La textura habrá de ser el tema de un capítulo posterior. Sin embargo, algunos casos típicos de contrastes en textura son: suave/rugoso, pulido/tosco, parejo/desperejo, opaco/satinado, etc. (fig. 59d).

e) *Contraste de dirección.* Dos direcciones

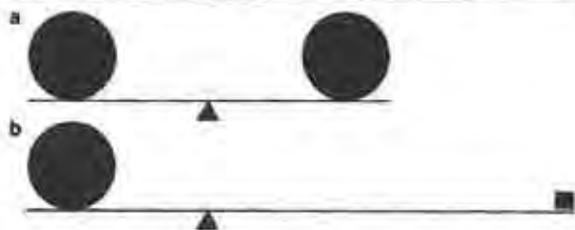
59



60



61



cualesquiera, que se encuentren a un ángulo de 90°, están en contraste máximo. Dos formas que se enfrentan entre sí crean un contraste de naturaleza muy distinta, porque no dejan de ser paralelas, aunque una de ellas ha sido rotada en 180° (fig. 59e).

f) *Contraste de posición.* La posición de una forma es reconocida por su relación con el marco, o el centro, o la subdivisión estructural que la contiene, o las líneas estructurales cercanas u otra forma. Los contrastes comunes de posición son: arriba/abajo, alto/bajo, izquierda/derecha, céntrico/excéntrico (fig. 59f).

g) *Contraste de espacio.* El espacio será también el tema de un capítulo posterior. Cuando el espacio es considerado como un plano liso, se perciben los contrastes ocupado/vacío, o positivo/negativo. El espacio en blanco puede ser visto como apretado o como expansivo, y puede tener contrastes de figura y tamaño si es visto como una forma negativa. Cuando el espacio es considerado como ilusorio, las formas pueden parecer como que avanzan o retroceden, estar cerca o lejos, ser chatas o tri-dimensionales, paralelas o no-paralelas al plano de la imagen, etc., en contraste espacial entre sí (fig. 59g).

h) *Contraste de gravedad.* Hay dos tipos de contraste de gravedad: estable/inestable y ligero/pesado. La estabilidad o inestabilidad puede ser debida a la figura misma, o debida a la conformidad o desviación con la verticalidad o la horizontalidad. Una forma estable es estática, mientras una forma inestable sugiere un movimiento. La liviandad o el peso de una forma pueden deberse al uso del color, pero están asimismo afectados por la figura y por el tamaño (fig. 59h).

Contrastes dentro de una forma

Es común que las formas individuales o los módulos contengan elementos contrastantes que pueden contribuir a que parezcan más interesantes. A veces el contraste existe sin que sea notado, pero un diseñador debe ser sensible

a su presencia. El uso efectivo del contraste es de primordial importancia en el diseño.

Para aguzar nuestra conciencia de los contrastes dentro de una forma, escogemos cuatro formas y las examinamos cuidadosamente:

La figura 60a se compone de tres bordes: dos líneas rectas de un mismo largo que son parte de un cuadrado, y una línea curva que es parte de un círculo. Existe un contraste de forma (angular/no angular).

La figura 60b se compone de un cuadrado y un círculo. El círculo es obviamente mucho más pequeño que el cuadrado. Así que no hay sólo un contraste de figura (angular/no angular) sino asimismo un contraste de tamaño (grande/pequeño).

La figura 60c se compone de un cuadrado y dos círculos. Los círculos son pequeños de tamaño, como en la figura 60b. Así que hay un contraste de figura y uno de tamaño, y asimismo hay un contraste de posición (izquierda/derecha) entre ambos círculos pequeños.

Igual que la 60c, la figura 60d se compone de un cuadrado y dos círculos, pero de manera diferente. Hay un contraste de figura, así como un contraste de tamaño y un contraste de posición. Además, hay un contraste de espacio (positivo/negativo), porque un círculo está sumado al cuadrado, en tanto el otro está sustraído de él.

La estructura de contraste

La manipulación de contrastes de los elementos de relación puede establecer una estructura de contrastes. Este tipo de estructura es completamente informal, excluyendo hasta donde sea posible la regularidad estricta.

Como hemos ya visto, una estructura formal (repetición, gradación o radiación) se compone de líneas estructurales regularmente construidas, o de subdivisiones que guían la organización de los módulos dentro de un orden definido. Una estructura informal no tiene líneas estructurales y los módulos quedan colocados libremente. El equilibrio se mantiene en ambos casos, pero en cada caso es un tipo distinto de equilibrio. Para ilustrar esto: el equilibrio en una

a



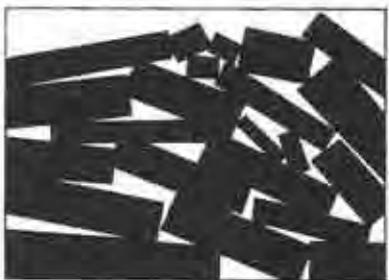
b



c



d



estructura formal es como distribuir dos pesos iguales en puntos equidistantes del centro de una balanza (fig. 61a), mientras el equilibrio en una estructura informal es como distribuir dos pesos desiguales a distancias desiguales de ese centro, alejando el peso más liviano y acercando el pesado, con delicados ajustes (fig. 61b).

En una estructura de contraste, los módulos rara vez son repetitivos tanto en figura como en tamaño, sino que están en una suelta relación de similitud. Puede haber más de una sola clase, pero habitualmente hay una clase que domina. Entre las dos o más clases de módulos, pueden existir contrastes de figura, tamaño, color, o de algunos de ellos a la vez.

No pueden establecerse reglas definidas para la organización de una estructura de contraste. Las figuras y los tamaños de los módulos habrán de ajustarse como se lo crea necesario. Se busca la similitud no sólo entre cada uno de los elementos visuales, sino también entre los elementos de relación, a fin de mantener una sensación de unidad, con contrastes ocasionales que aporten una tensión y una excitación visual.

Veremos ahora cómo cada uno de los elementos de relación puede ser manipulado en una estructura de contraste:

a) *Dirección.* Casi todos los módulos pueden tener direcciones similares. Las direcciones contrastantes son utilizadas para provocar una agitación. Asimismo, podemos disponer los módulos en toda clase de direcciones, creando grados variables de contraste entre ellos (fig. 62a).

b) *Posición.* Los módulos pueden ser dispuestos hacia los bordes opuestos del marco, creando tensión entre ellos (fig. 62b).

c) *Espacio.* El encuentro de módulos positivos y negativos (que deriva a una sustracción) es una forma de producir contraste espacial. El espacio puede ser empujado y comprimido por módulos que se chocan entre sí. Puede también quedar vacío, en contraste con zonas congestionadas (fig. 62c).

d) *Gravedad.* Los módulos que caen desde posiciones altas o bajas, o que ascienden de bajas a altas, pueden sugerir una fuerza de gravedad. Los módulos estables e inestables, los módulos estáticos y móviles, los módulos pesa-

dos y livianos, pueden ser reunidos en un contraste efectivo de gravedad (fig. 62d).

Dominación y énfasis

Dos factores deben ser considerados en una estructura de contraste:

Dominación de una mayoría. La dominación es obtenida por un tipo de módulo que ocupe en un diseño más espacio que otros tipos. Estos módulos, distinguidos de los otros por figura, tamaño, color, textura, dirección, posición, espacio y/o gravedad, están en mayoría porque han sido repartidos sobre una zona mayor. La dominación de una mayoría tiende a llevar al diseño a un conjunto integrado.

Énfasis de una minoría. La dominación de la mayoría no relega necesariamente a la minoría. Por lo contrario, la minoría queda a menudo enfatizada y exige mayor atención. Es como una anomalía, a la que se ve más prontamente.

La dominación de la mayoría y el énfasis de la minoría funcionan normalmente juntas en una estructura de contraste. Incluso si hay en el diseño un solo tipo de módulos, pueden manipularse diversos elementos de relación para crear la dominación y el énfasis. La dominación de la mayoría es como el peso mayor, más cercano al centro de la balanza, y el énfasis de la minoría como el peso más liviano, que se aleja de ese centro, estableciendo un equilibrio como se lo ilustra en la figura 61b.

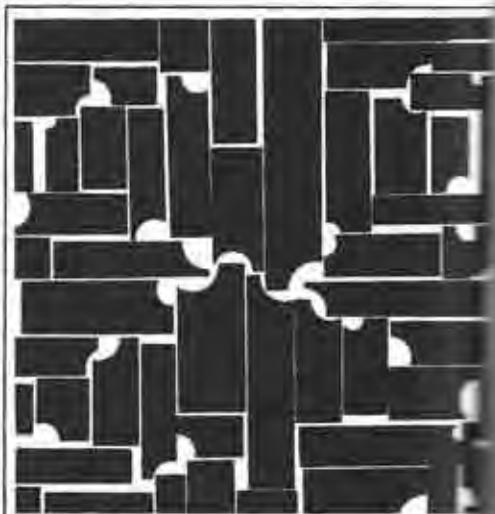
Notas sobre los ejercicios

Las figuras 63a, b, c, d, e, f, g y h son ejemplos de estructuras de contraste. Se han usado dos clases de módulos: uno es rectilíneo y el otro curvilíneo. Las dos clases están en contraste de figura y en algunos casos también de tamaño. Se encuentran entre sí, creando nuevas figuras por unión o por sustracción. A ambas clases se les permite cambiar de figura dentro de cierto grado de similitud, y cambiar de tamaño más flexiblemente.

Nótese el uso del contraste en cada uno de los ejemplos.



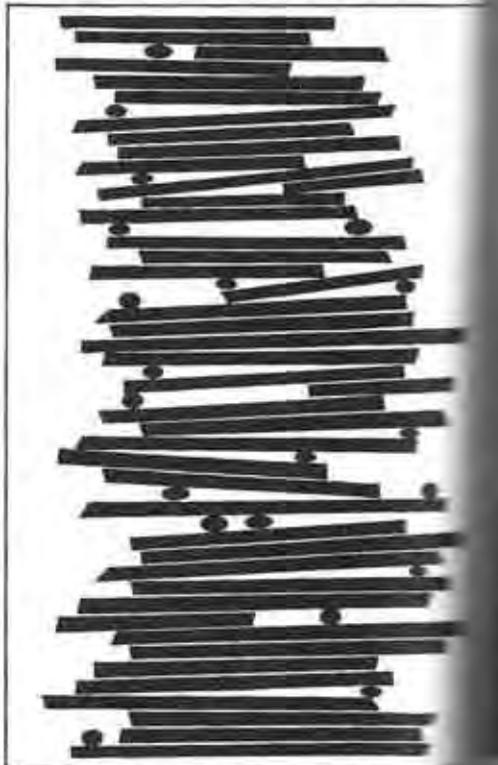
B



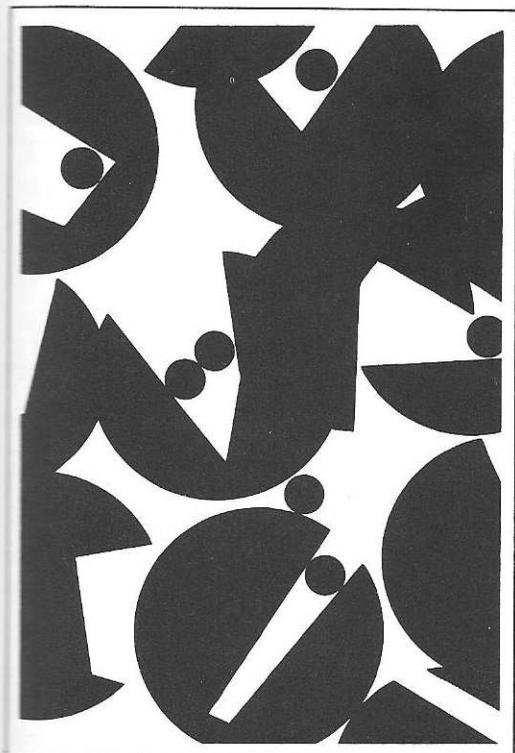
C



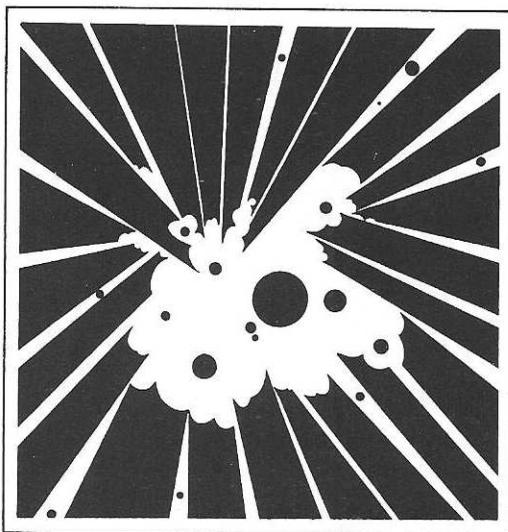
b



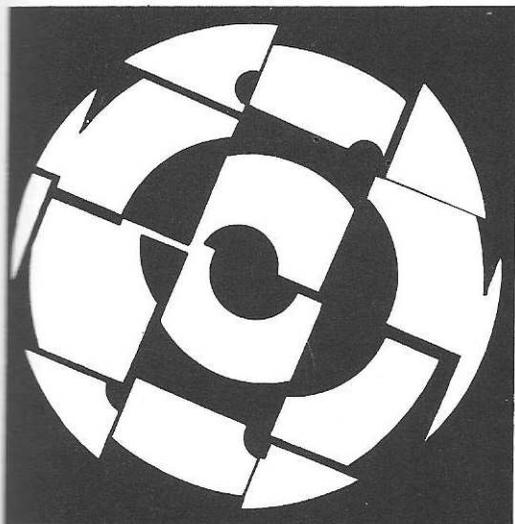
d



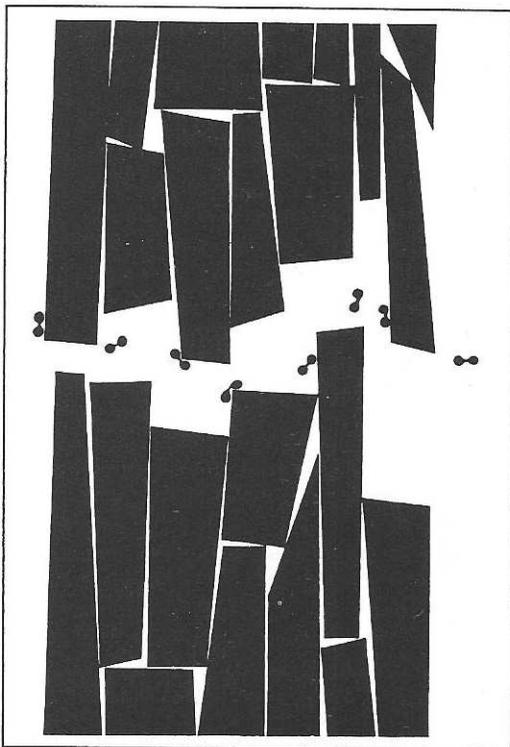
e



g

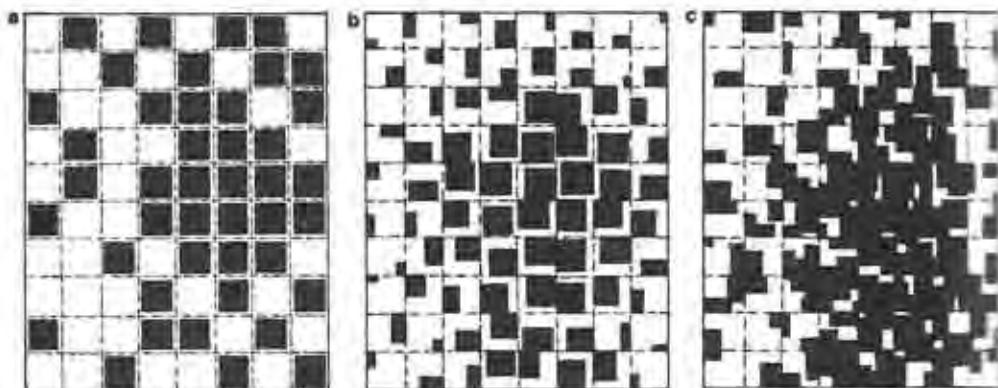


f

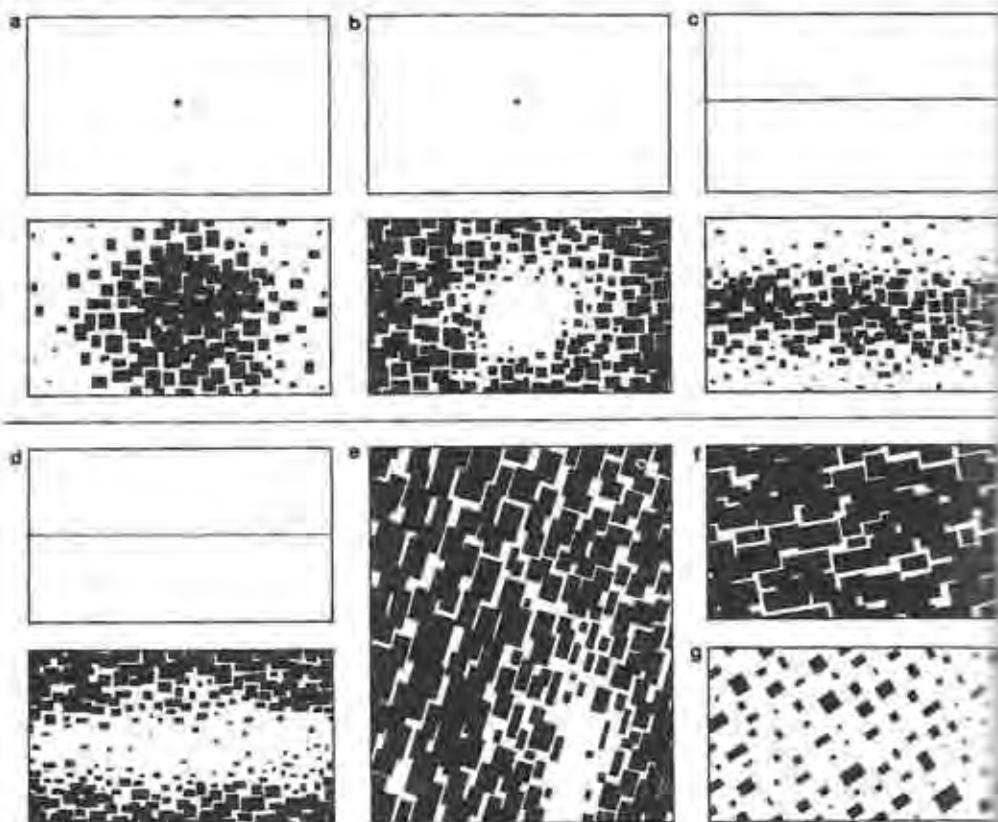


h

64



65



10. Concentración

La concentración se refiere a una manera de la distribución de los módulos, que pueden estar apretadamente reunidos en ciertas zonas del diseño o levemente repartidos en otras. La distribución es habitualmente despereja e informal, a veces con un sitio de reunión densa o de distribución tenue que se convierte en el centro de interés.

En nuestro ambiente, la ciudad es un ejemplo típico de concentración. Los edificios y las personas se agrupan en el corazón de toda ciudad, mientras comienzan a escasear hacia las afueras.

Esencialmente, la concentración es una organización cuantitativa. Aquí al diseñador le preocupa la cantidad de módulos que producen acentuaciones rítmicas o tensiones dramáticas, según varían de un sitio a otro. El contraste está relacionado con ella, pero se trata de un contraste entre menos y más, antes que de un contraste entre elementos visuales o de relación.

La concentración de módulos en estructuras formales

El efecto de concentración puede ser creado, aun dentro de las estructuras formales, sin cambiar la rígida disciplina estructural. El movimiento de los módulos queda sumamente restringido por las subdivisiones estructurales, las que asimismo dominan la zona ocupada por cada módulo y las direcciones de su disposición, pero la concentración puede ser obtenida de una de las siguientes maneras:

Ausencias frecuentes. Como lo hemos visto ya en el capítulo 2, cuando el módulo es del mismo color que su fondo, puede desaparecer sin afectar a la disciplina general. Así las ausencias frecuentes pueden derivar a una distribución despereja de los módulos, lo que conduce a la concentración en ciertos sitios del diseño. El esquema de ausencias puede ser irregular o completamente regular, según cuánta regularidad desee mantener el diseñador (fig. 64a).

Cambios posicionales. Los cambios posicionales de los módulos dentro de las subdivisiones estructurales activas pueden aumentar o

disminuir la proporción de espacio ocupado en relación al espacio vacío. Ocurre el efecto de concentración cuando hay más espacio ocupado en zona, rodeado de más espacio vacío en otras zonas. Los cambios direccionales pueden obtener a veces los mismos resultados. Los cambios regulares de gradación deben ser evitados en tales casos (fig. 64b).

Cambios cuantitativos. Si el tamaño de los módulos es pequeño, una subdivisión estructural puede contener cómodamente a varios de ellos. De esta manera, pueden hacerse cambios cuantitativos reales con algunas subdivisiones estructurales que contienen un módulo o ninguno y otras que contienen a dos módulos o más. Puede ser conseguido el efecto de concentración, pero las subdivisiones estructurales deben ser activas, porque de otra manera la estructura no mostrará efecto alguno en el diseño final. Por otra parte, deben evitarse los cambios regulares de gradación si estamos procurando un diseño de concentración y no un diseño de gradación (fig. 64c).

Debemos anotar que entre los diferentes tipos de estructura formal, la estructura de repetición es la que aporta la mayor flexibilidad para el efecto de concentración. Las estructuras de gradación y de radiación, debido a sus cualidades intrínsecas, tienen ya una zona predeterminada (o zonas) de concentración, de donde sería difícil si no imposible desviarse.

Cuando existe más de un tipo de módulos en un diseño, la concentración de un tipo y la dispersión de otro (u otros) puede producir efectos de dominación y de énfasis.

En la concentración, cada elemento visual o de relación debe ser considerado separadamente. Por ejemplo, en una estructura de repetición, los módulos pueden ser repetitivos en todos los elementos excepto el color, que puede ser distribuido concentradamente.

La estructura de concentración

Cuando no se utiliza una estructura formal, los módulos pueden ser libremente organizados para obtener el efecto de concentración. Esto

produce una estructura de concentración que es completamente informal. A veces puede utilizarse una estructura formal sólo para aportar algunas líneas de guía en la distribución de módulos. Las estructuras de concentración de este tipo pueden ser denominadas semiformales.

Los tipos de estructuras de concentración se sugieren como sigue:

a) *Concentración hacia un punto.* Esto supone que los módulos se agrupan alrededor de un punto conceptual preestablecido en un diseño. La densidad llega al máximo donde está ese punto y se alivia gradualmente en las zonas vecinas. El efecto es una suerte de radiación informal, y lo es más si las direcciones de los módulos son dispuestas como una radiación. La cantidad de puntos preestablecidos puede variar de uno a muchos, lo que puede ser guiado por una estructura formal. El grado de concentración hacia cada punto puede ser uniformemente similar, alternativamente similar, o difusamente en gradación, o todos ellos distintos (fig. 65a).

b) *Concentración desde un punto.* Esto es lo inverso de a), con el vacío o la extrema escasez de las zonas inmediatas que rodean al punto conceptual (fig. 65b).

c) *Concentración hacia una línea.* Esto supone que los módulos se agrupan alrededor de una línea. La línea puede ser recta o ser cualquier figura simple. Cuando se utiliza más de una línea preestablecida, puede tratarse de líneas estructurales de una estructura formal. La concentración hacia una línea se aproxima al efecto de gradación (fig. 65c).

d) *Concentración desde una línea.* Esto es lo inverso de c), con el vacío o la extrema escasez en la zona inmediata a la línea (fig. 65d).

e) *Concentración libre.* Esto supone que los módulos son agrupados libremente, con variantes de densidad y de escasez en el diseño. La organización es aquí completamente informal, muy similar a la que ocurre en una estructura de contraste. Prevalece el contraste entre menos y más, pero debe ser cuidadosamente manejado para crear la sutileza visual o el drama, o bien ambas cosas (fig. 65e).

f) *Superconcentración.* Esto supone que los módulos son agrupados densamente sobre

todo el diseño, o sobre una amplia zona del diseño, con o sin transición gradual hacia los bordes. Si los módulos son de tamaño similar y son agrupados en forma pareja, el resultado de una superconcentración puede convertirse en una estructura de similitud, en la que cada módulo ocupa una cantidad similar de espacio (fig. 65f).

g) *Desconcentración.* Esto es lo inverso de f). Aquí los módulos no llegan a estar concentrados en sitio alguno, sino que están levemente esparcidos sobre todo el diseño, o sobre una zona amplia. La forma de esparcirlos puede ser pareja, despareja, sutilmente rítmica, o vagamente en gradación. Una estructura similar puede obtenerse si los módulos, de tamaño similar, son repartidos en forma pareja (fig. 65g).

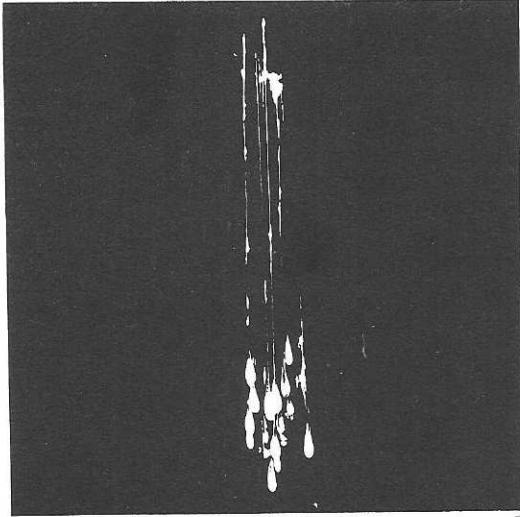
Módulos en estructuras de concentración

Se consigue mejor el efecto de concentración si todos los módulos son de tamaño relativamente pequeño, para que pueda utilizarse una gran cantidad de ellos a fin de construir la densidad deseada en los sitios adecuados. El tamaño se convierte así en el primer elemento a considerar y la figura pasa a ser secundaria. Si el tamaño de los módulos es grande y si su variación cubre una amplia escala, el resultado podrá ser una estructura de contraste y no una estructura de concentración.

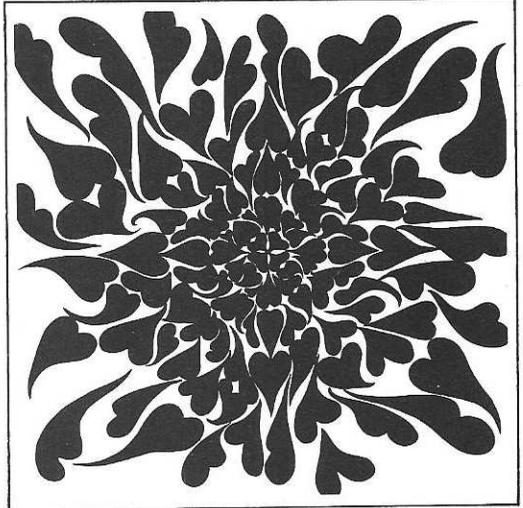
Las figuras de los módulos no tienen por qué ser de una sola clase. Pueden utilizarse dos o más clases, y los módulos de cada clase pueden ser utilizados entre sí, en repetición o en similitud. Si las figuras muestran un sentido de dirección, pueden ser dispuestas para que sus direcciones sean repetitivas, de gradación, de radiación o simplemente colocadas al azar.

Notas sobre los ejercicios

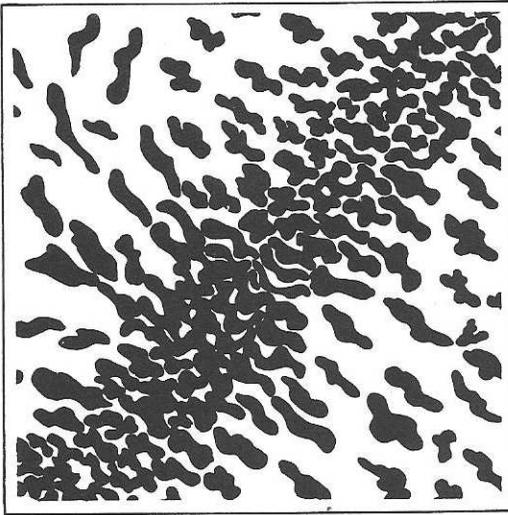
Las figuras 66a, b, c, d, e, f, g y h ejemplifican el uso de la estructura de concentración. Los módulos son mayormente orgánicos, con variaciones en figura y tamaño dentro de una moderada escala de similitud. No debe ser difícil reconocer qué tipo de estructura de concentración ha sido usada en cada ejercicio.



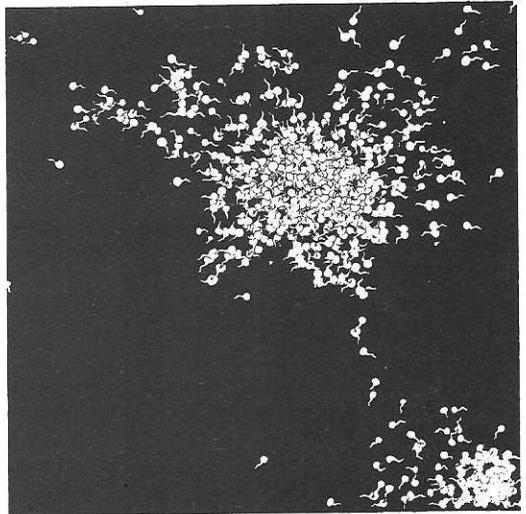
a



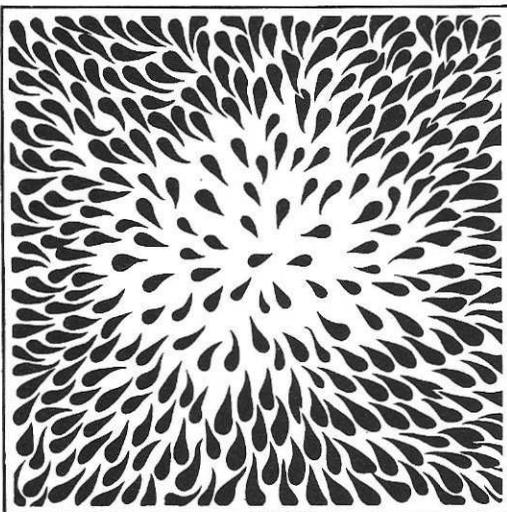
b



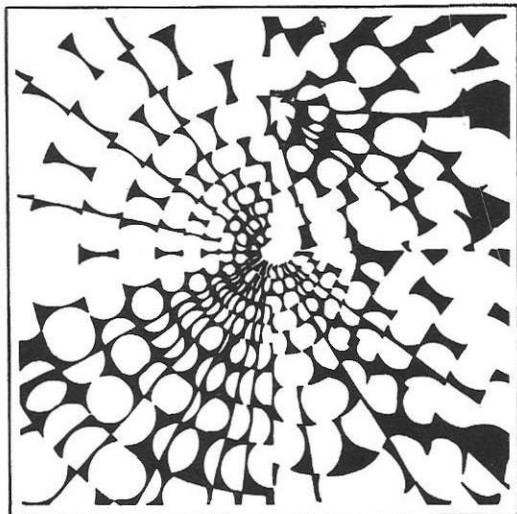
c



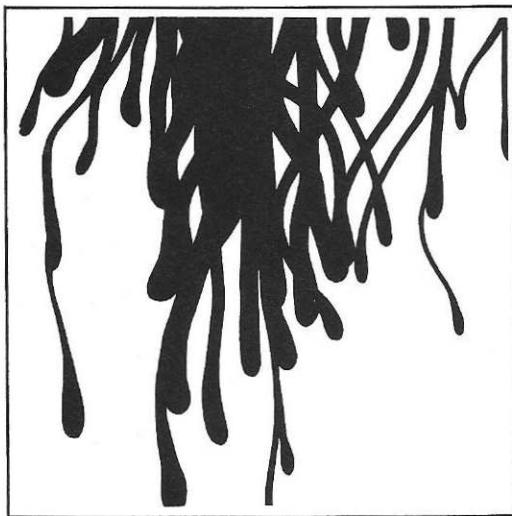
d



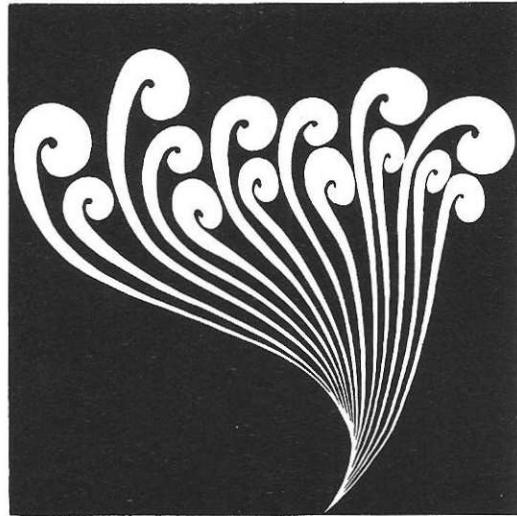
e



f



g



h

11. Textura

La textura es un elemento visual que ha sido mencionado frecuentemente en los capítulos previos pero que no ha sido debidamente considerado. Esto se debe a que los ejercicios se han limitado a superficies uniformes, en blanco o en negro, y el uso de la textura ha quedado excluido. Sin embargo, la textura tiene aspectos singulares que son esenciales en ciertas situaciones de diseño y que no deben ser descuidados.

Ya en el capítulo 1 se señaló que la textura se refiere a las características de superficie de una figura. Toda figura tiene una superficie y toda superficie debe tener ciertas características, que pueden ser descritas como suave o rugosa, lisa o decorada, opaca o brillante, blanda o dura. Aunque generalmente suponemos que una superficie plana y pintada no tiene textura alguna, en realidad la capa de pintura es ya una suerte de textura, y existe asimismo la textura del material sobre el que fue creada la figura.

La naturaleza contiene una riqueza de texturas. Por ejemplo, cualquier clase de piedra o de madera posee una textura distinta, que un arquitecto o un decorador podrán elegir para propósitos específicos. El trozo de piedra o de madera podrá asimismo ser terminado de múltiples maneras para diversos efectos de textura.

La textura puede ser clasificada en dos importantes categorías: textura visual y textura táctil. La textura apropiada añade riqueza a un diseño.

Textura visual

La textura visual es estrictamente bidimensional. Como dice la palabra, es la clase de textura que puede ser vista por el ojo, aunque pueda evocar también sensaciones táctiles. Se distinguen tres clases de textura visual:

Textura decorativa. Decora una superficie y queda subordinada a la figura. En otras palabras, la textura misma es sólo un agregado que puede ser quitado sin afectar mucho a las figuras y a sus inter-relaciones en el diseño. Puede ser dibujada a mano u obtenida por recursos especiales, y puede ser rígidamente

regular o irregular, pero generalmente mantiene cierto grado de uniformidad (fig. 67a).

Textura espontánea. No decora una superficie, sino que es parte del proceso de creación visual. La figura y la textura no pueden ser separadas, porque las marcas de la textura en una superficie son al mismo tiempo las figuras. Las formas dibujadas a mano y las accidentales contienen frecuentemente una textura espontánea (fig. 67b).

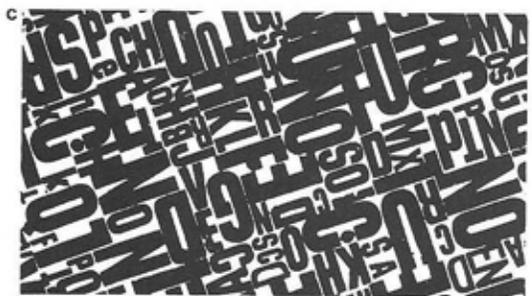
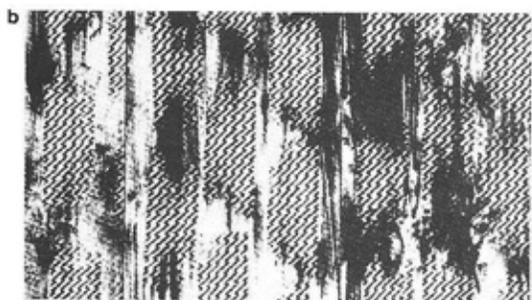
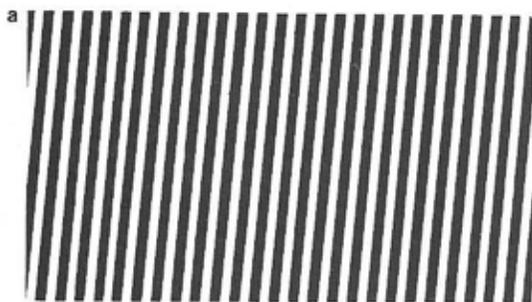
Textura mecánica. No se refiere a la textura obtenida con la ayuda de instrumentos mecánicos para dibujar, como la regla o los compases. Se refiere a la textura obtenida por medios mecánicos especiales y, en consecuencia, la textura no está necesariamente subordinada a la figura. Un ejemplo típico de esta clase de textura es el granulado fotográfico o la retícula que encontramos a menudo en los impresos. La textura mecánica puede encontrarse asimismo en los diseños creados por la tipografía y en los gráficos de computadoras (fig. 67c).

La fabricación de la textura visual

La textura visual puede ser producida de varias maneras. Se sugieren algunas técnicas comunes:

a) **Dibujo, pintura.** Son los métodos más simples para producir la textura visual. Pueden construirse fondos minuciosamente dibujados o pintados, con módulos diminutos, reunidos densamente en estructuras rígidas o sueltas, para la decoración en superficie de cualquier forma. La textura espontánea puede obtenerse con líneas trazadas libremente a mano alzada o con pinceladas (fig. 68a).

b) **Impresión, copia, frotado.** Un dibujo con relieve o una superficie rugosa pueden ser entintados y luego impresos sobre otra superficie, para crear una textura visual, que puede ser decorativa o espontánea, según como sea manejada la técnica. Las imágenes pintadas a mano sobre una superficie pueden ser transferidas a otra superficie cuando la pintura está todavía húmeda. Frotar un papel liso y suave, con lápiz o con otro utensilio adecuado, sobre una superfi-



de rugosa, produce también efectos de textura (fig. 68b).

c) *Vaporización, derrame, volcado.* La pintura líquida, diluida o evaporada hasta la consistencia deseada, puede ser vaporizada, derramada o volcada sobre una superficie. Se obtiene a menudo una textura espontánea, pero una vaporización cuidadosamente controlada puede producir también una textura decorativa (fig. 68c).

d) *Manchado, teñido.* Una superficie absorbente puede ser manchada o teñida para obtener una clase de textura visual (fig. 68d).

e) *Ahumado, quemado.* Una superficie puede ser ahumada sobre una llama para obtener un tipo de textura. A veces pueden ser utilizadas las marcas de quemaduras (fig. 68e).

f) *Raspado, rascado.* Una superficie pintada o entintada puede ser raspada o rascada con alguna suerte de utensilio duro o filoso para obtener una textura (fig. 68f).

g) *Procesos fotográficos.* Las técnicas especiales de cuarto oscuro pueden agregar una textura interesante a las imágenes fotográficas (fig. 68g).

Collage

Una forma directa de usar la textura visual en un diseño es el collage, que es un proceso para adherir, pegar o fijar trozos de papel, tejido u otros materiales planos sobre una superficie. Tales materiales pueden corresponder a tres grupos principales, tanto si las imágenes están o no presentes, sean o no importantes. El término "imagen" se refiere aquí a formas o marcas en la superficie de los materiales, sean ellas impresas, fotografiadas, pintadas, intencionales o accidentales.

Materiales sin imágenes. Estos materiales son coloreados en forma pareja o son de textura uniforme. Las formas de los trozos cortados o rasgados son las únicas formas que aparecerán en el diseño. Los ejemplos de tales materiales son el papel o el tejido con colores lisos, o esquemas minuciosos que se distribuyen regularmente sobre la superficie, hojas impresas

con tipos pequeños y apretados de letra, zonas elegidas de fotografías o superficies que contienen una textura espontánea en la que los contrastes sean mínimos (fig. 69a).

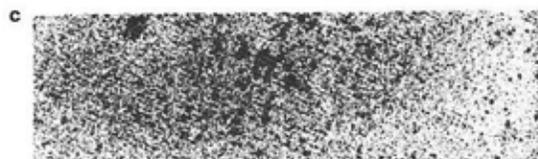
Minerales con imágenes. Estos materiales, como el papel o el tejido impresos con dibujos desparejos o tratados con textura espontánea, fotografías con fuertes contrastes de tono o color, hojas impresas con tipos grandes o con tipos grandes y pequeños, etc., contienen imágenes de considerable prominencia. Tales imágenes se utilizan abstractamente en el collage, independientemente de todo contenido representativo o literal. Son vistos como formas que resultan importantes, y a veces más importantes, que las figuras de los materiales cortados o rasgados (fig. 69b).

Materiales con imágenes esenciales. Las imágenes en los materiales son esenciales cuando poseen un definido contenido representativo o cuando las imágenes deben mantener su identidad y no deban ser destruidas durante el proceso del collage. En este caso son más importantes que las figuras cortadas o rasgadas de los materiales, y el collage resulta así de diferente naturaleza. Los materiales con significado representativo son comúnmente las fotografías que pueden ser cortadas y nuevamente dispuestas o combinadas con otras fotografías, para fines dramáticos o por efectos especiales. Los materiales con imágenes abstractas pueden ser separados y nuevamente dispuestos, de la misma manera, lo que deriva a transformaciones o distorsiones, sin que las imágenes iniciales se tornen irreconocibles (fig. 69c).

Textura táctil

La textura táctil es el tipo de textura que no sólo es visible al ojo sino que puede sentirse con la mano. La textura táctil se eleva sobre la superficie de un diseño bi-dimensional y se acerca a un relieve tri-dimensional.

Hablando en forma amplia, la textura táctil existe en todo tipo de superficie porque podemos sentirla. Esto supone que toda clase de papel, por suave que sea, y todo tipo de pintura



y tinta, por lisa que sea, tienen sus características específicas de superficie, que pueden ser discernidas por la sensación del tacto. En el diseño bi-dimensional, podemos decir que una zona en blanco, o una zona lisa, sea impresa o pintada, carecen de textura visual, pero existen siempre la textura táctil del papel y la tinta o la pintura.

Para precisar su alcance, podemos limitar nuestra discusión a los tipos de textura táctil que han sido especialmente creados por el diseñador para su propósito. Esto supone que los materiales han sido especialmente dibujados o dispuestos, o combinados con otros materiales, para formar una composición, o que los materiales han sido sometidos a un tratamiento especial, lo que provoca nuevas sensaciones de textura.

Textura natural asequible. Se mantiene la textura natural de los materiales. Tales materiales, que pueden ser papel, tejido, ramas, hojas, arena, hilos, etc., son cortados, rasgados o usados como están, y pegados, engomados o fijados a una superficie. No se realiza esfuerzo alguno por ocultar la índole de los materiales.

Textura natural modificada. Los materiales son modificados para que ya no sean los acostumbrados. Por ejemplo, el papel no se adhiere en forma lisa sino que ha sido arrugado o ajado, o puede también ser graneado, rascado o abollonado. Un trozo de hoja metálica puede ser doblado, martillado o perforado con pequeños orificios. Un trozo de madera puede ser tallado. Los materiales quedan ligeramente transformados, pero siguen siendo reconocibles.

Textura organizada. Los materiales, habitualmente divididos en pequeños trozos, redondeles o tirillas, quedan organizados en un esquema que forma una nueva superficie. Las unidades de textura pueden ser usadas como están o pueden ser modificadas, pero deben ser pequeñas o cortadas en trozos pequeños. Ejemplos de esto pueden ser las semillas, los granos de arena, las astillas de madera, las hojas cortadas en tiras muy finas, el papel arrugado en pequeñas bolitas, los alfileres, las cuentas, los botones, los cordones o hilos retorcidos, etcétera. Los materiales pueden a veces ser identificables.

pero la nueva sensación de superficie es mucho más dominante (fig. 70b).

Todos los tipos de textura táctil pueden ser transformados en textura visual a través de un proceso fotográfico.

Luz y color en la textura táctil

El juego de la luz sobre una textura táctil puede ser muy interesante. Ciertos materiales pueden reflejar o refractar la luz, con fascinantes resultados. La cualidad táctil de las superficies rugosas se emplea habitualmente junto a una fuerte iluminación lateral.

Algunos diseños pueden haber sido concebidos con la modulación de la luz como elemento esencial. En este caso, las unidades de textura son habitualmente largas y delgadas, proyectándose desde la superficie del material de base, con lo que las sombras son más bien lineales y forman dibujos intrincados.

Sin embargo, debe señalarse que tanto la luz como la sombra son visuales, no táctiles, porque nada tienen que ver con la sensación del tacto. La luz programada y las cambiantes relaciones entre la fuente de luz y el diseño pueden producir efectos luminosos móviles, pero todavía el efecto responde a una pura sensación visual.

El color puede desempeñar asimismo un papel interesante en la textura táctil. Puede mantenerse el color natural de los materiales, pero una capa de color puede crear una sensación diferente, por lo menos al conseguir que los materiales sean reconocidos en forma menos inmediata, dándoles menos de textura natural asequible y más de textura natural modificada. Los diversos materiales de una superficie pueden semeñarse entre sí si han sido cubiertos por una capa del mismo color.

Cuando hay más de un color sobre una superficie, los colores formarán un esquema visual. A veces tal esquema visual puede dominar sobre la sensación producida por la textura táctil.

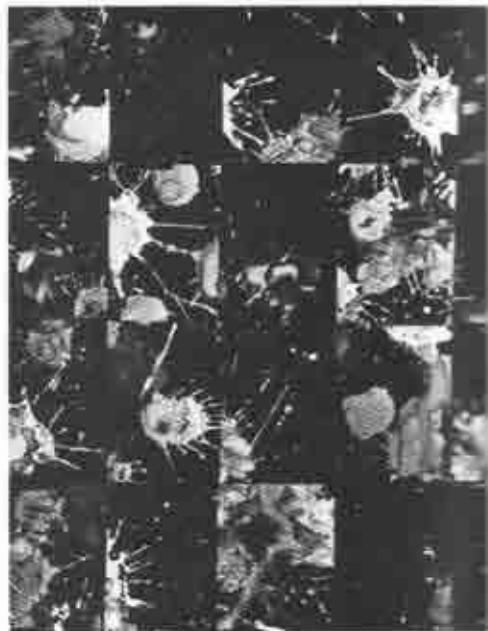
Notas sobre los ejercicios

Las figuras 71a, b, c, d, e, f, g, y h muestran el uso de tipos de imprenta para formar esquemas de textura. Las unidades sueltas de tipos grandes o líneas de tipos pequeños han sido especialmente cortadas y dispuestas, para que los espacios en blanco queden eliminados hasta donde sea posible. Un tipo de letra del mismo tamaño y peso puede ser agrupado para formar una textura uniforme, mientras se crea una textura en gradación con tipos de tamaño y peso variables.

Algunos de los ejemplos fueron hechos reuniendo y disponiendo los tipos para formar una textura uniforme o de gradación sobre una delgada hoja de papel. Ésta fue luego cortada en trozos para la organización final en un esquema estructurado.



a



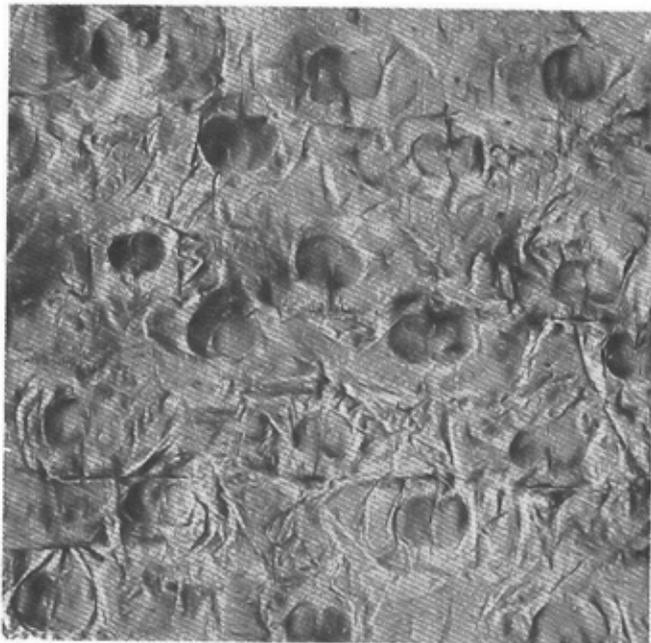
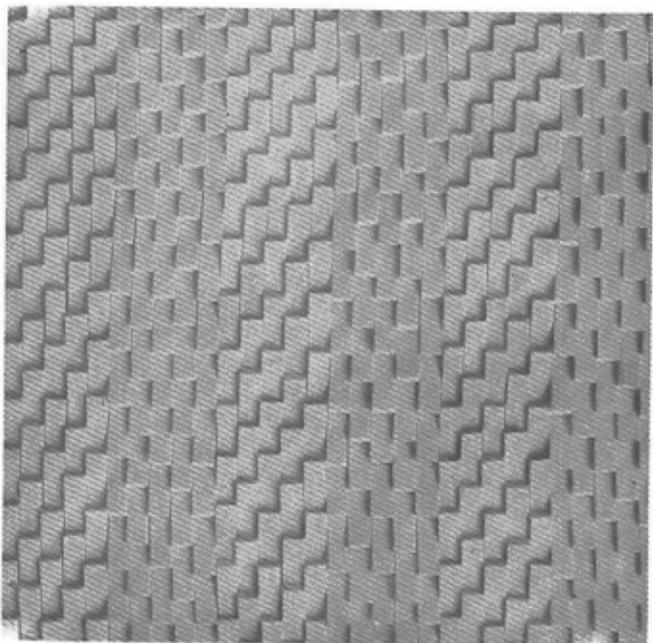
b

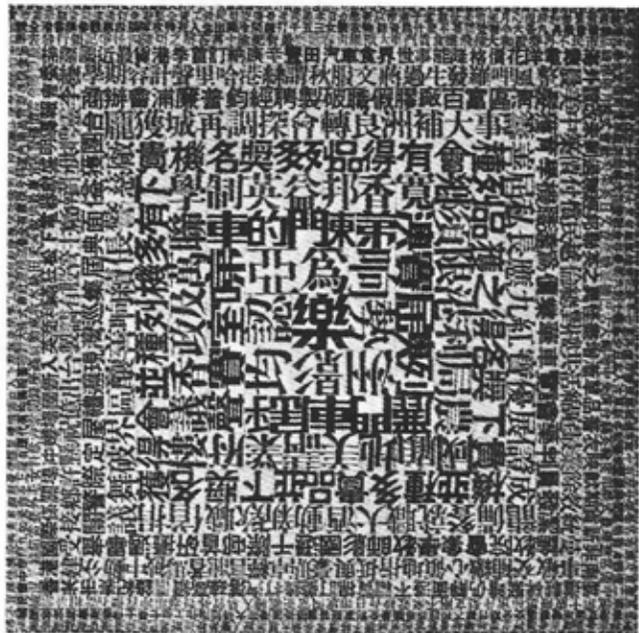


b

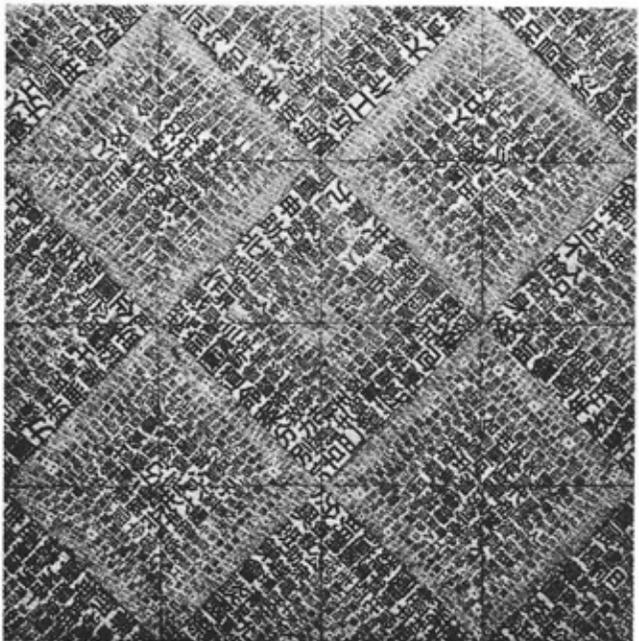


c

**a****b**



a



b

12. Espacio

El espacio, igual que la textura del capítulo anterior, ha sido mencionado en casi-todo capítulo, pero nunca fue completamente considerado. La naturaleza del espacio es muy compleja, debido a que existen muchas maneras de verlo. El espacio puede ser positivo o negativo, liso o ilusorio, ambiguo o conflictivo. Cada uno de estos aspectos será cuidadosamente examinado aquí.

Espacio positivo y negativo

Espacio positivo es el que rodea a una forma negativa, y espacio negativo, el que rodea a una forma positiva. Las formas positivas y negativas fueron discutidas en el capítulo 2 (fig. 8). Todas las formas positivas contienen espacio positivo, pero el espacio positivo no es percibido siempre como una forma positiva. Similarmente, todas las formas negativas contienen espacio negativo, pero el espacio negativo no es siempre percibido como una forma negativa. Esto se debe a que el espacio positivo puede ser un fondo para las formas negativas, y el espacio negativo serlo para las positivas, y los fondos no son normalmente reconocidos como formas, las que habitualmente existen en cierto grado de aislamiento.

Desde luego, el espacio positivo (o negativo), completa o aproximadamente aislado por formas negativas (o positivas) puede ser identificado como una forma positiva (o negativa), pero tales formas están generalmente muy ocultas, a menos que conscientemente las busquemos. Si se las encuentra con frecuencia y regularidad, entonces la relación entre la figura y su fondo es reversible: en cierto momento encontramos formas positivas y espacio negativo, en otro encontramos formas negativas y espacio positivo (fig. 72a).

Espacio liso e ilusorio

El espacio es liso cuando todas las formas parecen reposar sobre el plano de la imagen y ser paralelas a él. Las formas mismas deben

también ser lisas y aparecer equidistantes del ojo, ninguna de ellas más cerca, ninguna más lejos. Sin embargo, es posible que podamos sentir como muy profundo al espacio que rodea las formas, dejando que tales formas aparezcan flotando sobre el plano de la imagen.

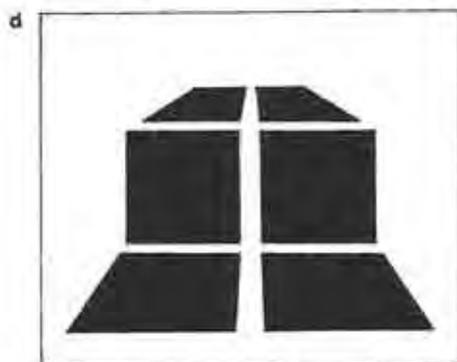
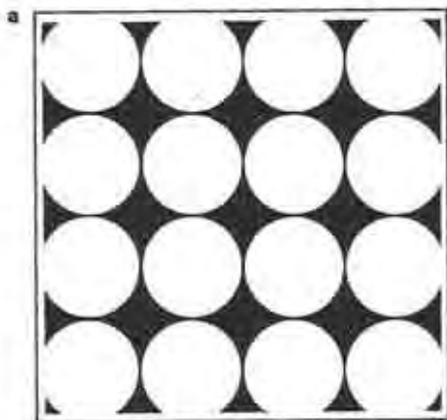
En una situación de espacio liso, las formas pueden encontrarse entre sí, por medio del toque, la penetración, la unión, la sustracción, la intersección, la coincidencia, o pueden también estar alejadas, pero nunca pueden encontrarse superponiéndose entre sí (fig. 72b). La superposición sugiere que una forma está más cerca de nuestros ojos que otra, con lo que en cierto grado el espacio se hace ilusorio (fig. 72c). Las variaciones en figura, tamaño, color y textura pueden anular asimismo la lisura del espacio, pero esto no siempre ocurre.

El espacio es ilusorio cuando todas las formas no parecen reposar sobre el plano de la imagen o ser paralelas a él. Algunas formas parecen avanzar, algunas parecen retroceder, algunas parecen presentarse frontalmente y otras de manera oblicua. Las formas mismas pueden ser lisas o tri-dimensionales. La zona del diseño se abre como una ventana o como un escenario donde las formas quedan expuestas en diversas profundidades o con ángulos diferentes o ambas cosas a la vez (fig. 72d).

Formas lisas en espacio ilusorio

Las formas se consideran lisas cuando carecen de grosor aparente. Las formas lisas en un espacio ilusorio son como formas hechas con delgadas hojas de papel, metal u otros materiales. Su visión frontal es la más completa, ocupando la zona mayor. Sus visiones oblicuas son estrechadas y ocupan una zona menor. Las siguientes son algunas de las maneras en que las formas lisas pueden ser usadas en un espacio ilusorio:

a) *Superposición*. Cuando una forma se superpone a otra, es vista como si estuviera delante o encima de la otra. Las formas lisas pueden carecer de todo grosor apreciable, pero si ocurre la superposición, una de ambas formas



deberá tener alguna desviación del plano de la imagen, por ligera que sea esa desviación (figura 73a).

b) Cambio en tamaño. El aumento en el tamaño de una forma sugiere que se está aproximando, mientras la disminución de ese tamaño sugiere que se aleja. Cuanto mayor sea la escala de cambio de tamaño dentro del diseño, será más profunda la ilusión de profundidad espacial (fig. 73b).

c) Cambio en color. Sobre un fondo blanco, los colores oscuros se destacan más que los claros, con lo que aparecen más cerca de nuestros ojos. Sobre un fondo muy oscuro, es cierto lo contrario. Si hay colores cálidos y colores fríos en un diseño, los cálidos parecen generalmente avanzar mientras los fríos retroceden (fig. 73c).

d) Cambio en textura. Las texturas más gruesas parecen normalmente más cerca de nuestros ojos que las más finas (fig. 73d).

e) Cambio en el punto de vista. Una forma aparece vista frontalmente cuando es paralela al plano de la imagen. Si no es paralela al plano de la imagen, sólo podemos verla desde un ángulo oblicuo. El cambio en el punto de vista es un resultado de la rotación espacial (véase el capítulo 6, sección sobre gradación espacial), creando un espacio ilusorio aunque no sea muy profundo (fig. 73e).

f) Curvatura o quebrantamiento. Las formas lisas pueden ser curvadas o quebradas para sugerir un espacio ilusorio. La curvatura o la torcedura cambian su frontalidad absoluta y activan su desviación del plano de la imagen (fig. 73f).

g) Agregado de sombra. El agregado de sombra a una forma enfatiza la existencia física de la forma. La sombra puede ser colocada delante o detrás de la forma, unida o separada de ella (fig. 73g).

Volumen y profundidad en el espacio ilusorio

Todas las formas lisas pueden convertirse en formas tridimensionales en el espacio ilusorio, con la sugestión de un grosor, lo que sólo requiere perspectivas suplementarias agregadas a la frontal. Como una forma tri-dimensional

nunca es vista en frontalidad total, hay muchos ángulos y puntos de vista desde los que puede ser mirada y representada con convicción sobre una superficie lisa (fig. 74a).

Existen sistemas isométricos de proyección, y otros, en la representación del volumen y de la profundidad (fig. 74b). También hay leyes de perspectiva, por medio de las cuales podemos describir el volumen y la profundidad con un sorprendente grado de realismo (fig. 74c). Si tenemos que representar un cubo, que tiene seis lados iguales, que se encuentran en ángulos rectos entre sí, los sistemas simples de proyección mantienen la igualdad de los lados y ángulos hasta cierto grado, pero la perspectiva que nos da una imagen más convincente es la que muestra como desiguales a los elementos iguales.

Cuando debe representarse a una serie de cubos, con uno detrás de otro, los diversos sistemas de proyección no demuestran la disminución en el tamaño de los cubos, pero la perspectiva aporta esa disminución gradual de tamaño (fig. 74d).

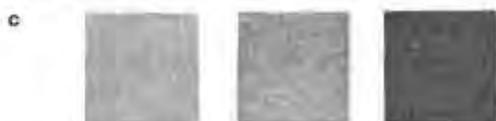
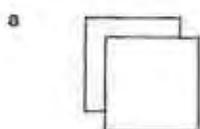
Representación del plano en el espacio ilusorio

El volumen está contenido por planos que pueden ser representados de varias maneras:

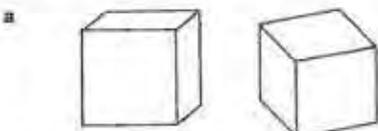
a) Planos dibujados. Los planos pueden ser dibujados, y el diseñador puede elegir para su propósito cualquier grosor de líneas. Los planos dibujados en un espacio ilusorio son representados habitualmente como planos opacos, no podemos ver lo que hay detrás de ellos. Si son representados como planos transparentes, pueden entonces convertirse en algo similar a marcos espaciales (fig. 75a).

b) Planos sólidos. Estos son planos sin ambigüedad. Los planos sólidos, si son de un mismo color, pueden ser usados como formas lisas para sugerir una profundidad ilusoria, pero les es difícil colaborar entre sí para sugerir el volumen. Los planos sólidos con variaciones de color pueden representar el volumen con gran eficacia (fig. 75b).

73



74



96

c) *Planos de textura uniforme.* Un plano de textura uniforme se distingue de otro vecino, incluso si la textura de ambos planos es la misma. Esto se debe a que el esquema de textura de un plano no tiene que proseguir continuamente hasta el plano adyacente. Ciertas clases de textura poseen una fuerte sensación de dirección, lo que da énfasis a planos que no sean vistos frontalmente sino de costado. Las líneas paralelas, densamente espaciadas, de un mismo ancho, o los esquemas regulares de puntos, pueden formar planos de textura que aportan muchas posibilidades al diseñador (fig. 75c).

d) *Planos de color o de textura en gradación.* Los planos de color o de textura en gradación tienen un efecto diferente en la creación de la ilusión espacial. Sugieren en las superficies ciertos esquemas de luz y sombra, o brillos metálicos, lo que refuerza en cierto grado el realismo (fig. 75d). Los planos de textura en perspectiva deben ser presentados en tal forma que los esquemas de textura sean también vistos en perspectiva. Tales planos de textura no son uniformes sino de gradación y aún de radiación (irradiando desde los puntos de desaparición).

Espacio fluctuante y conflictivo

El espacio fluctúa cuando parece avanzar en cierto momento y retroceder en otro. Hemos ya mencionado una clase de situación fluctuante simple, cuando discutimos al principio de este capítulo el espacio positivo y negativo y las relaciones reversibles entre figura y fondo (fig. 72a). Una situación fluctuante más dinámica es ilustrada en la figura 76a, que puede ser interpretada como una figura vista desde arriba o una figura vista desde abajo. Ambas interpretaciones son válidas. La fluctuación espacial crea interesantes movimientos ópticos.

El espacio conflictivo es similar al espacio fluctuante, pero intrínsecamente diferente. El espacio fluctuante es ambiguo, porque no existe una forma definida con la que podamos interpretar la situación espacial, pero el espacio conflictivo aporta una situación espacial absurda,

que parece imposible de interpretar. En el espacio conflictivo, sentimos que estamos mirando definidamente hacia abajo si sólo vemos una parte del diseño, o mirando definidamente hacia arriba si vemos sólo otra parte del diseño. Sin embargo, cuando el diseño es visto en su conjunto, las dos experiencias visuales están en serio conflicto entre sí y no pueden ser reconciliadas. La situación es absurda porque no existe en la realidad. Sin embargo evoca una extraña tensión visual que ofrece muchas posibilidades interesantes a los artistas y diseñadores (fig. 76b).

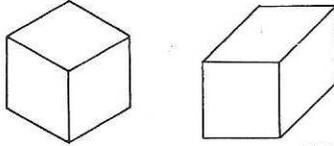
Notas sobre los ejercicios

En las figuras 77a, b, c, d, e, f, g y h se describen varios tipos de espacio ilusorio. Los planos son construidos con esquemas de líneas regulares, algunas repetitivas, algunas en gradación.

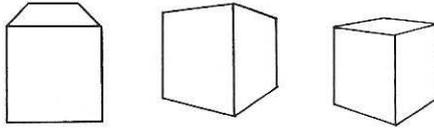
Si revisamos todos los ejercicios ilustrados en este libro, en realidad podemos descubrir más ejemplos que describen un espacio ilusorio. La figura 26f sugiere una esfera sólida. Las figuras 47g y h muestran superficies curvadas; las figuras 55b y j parecen ser relieves, y hay aún más.

Los ejercicios, desde el capítulo 3 hasta el presente, suponen un viaje que el lector ha realizado. Verá que los primeros ejercicios tienen en general mayores restricciones, exigiendo módulos más específicos, mientras los ejercicios posteriores aportan una mayor libertad. En el conjunto, los ejercicios exigen por igual una mente y una mano disciplinadas, que son un equipamiento necesario para el diseñador. Los artistas creativos no encontrarán igualmente disfrutables a todos los ejercicios, pero estos ejercicios suponen posibilidades, tanto como limitaciones. La gramática visual es sólo un utensilio básico; el campo completo de la creatividad debe ser explorado por cada persona.

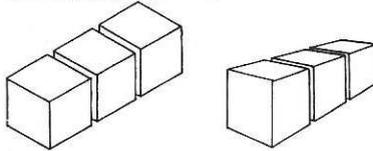
b



c

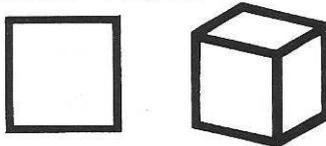


d



75

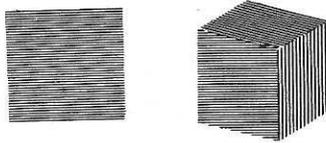
a



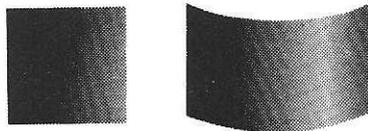
b



c

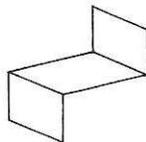


d

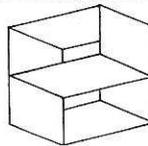


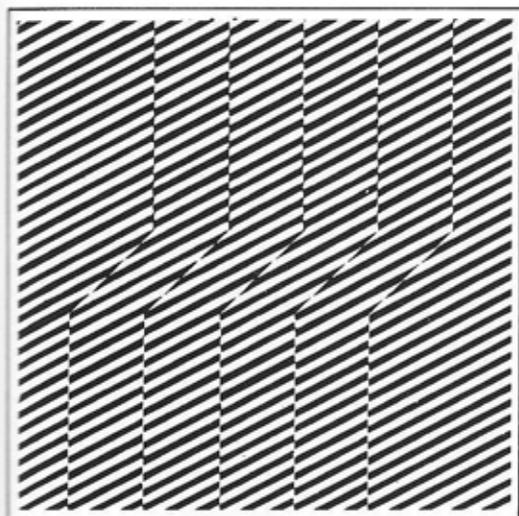
76

a

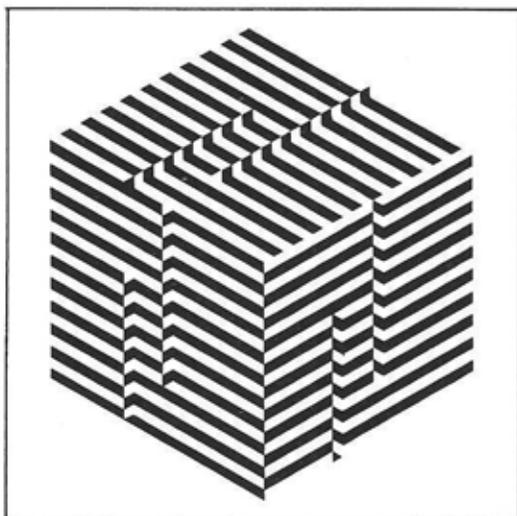


b





a



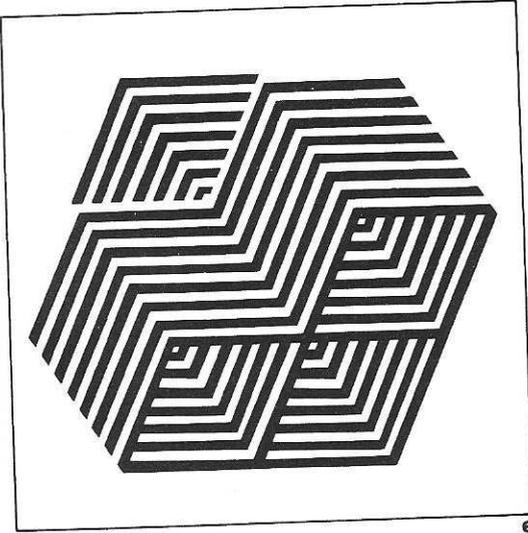
b



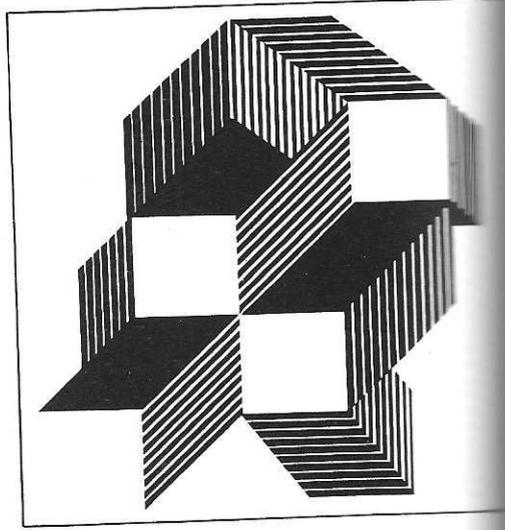
c



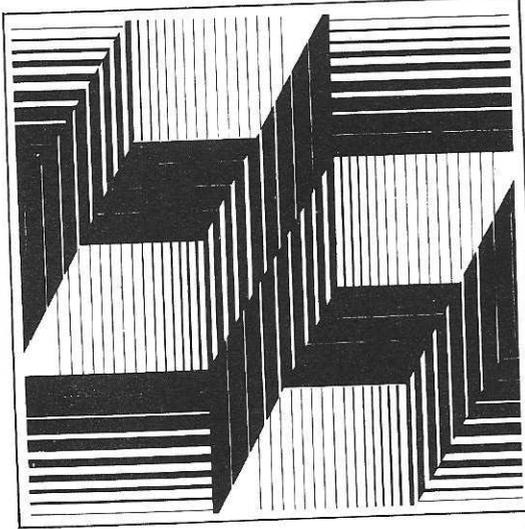
d



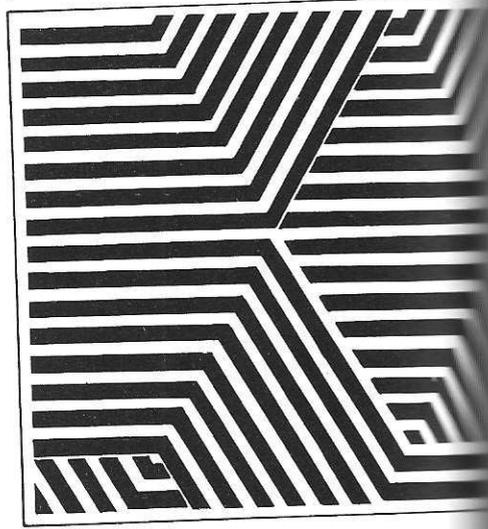
e



f



g



h

Segunda parte

1. Introducción

El mundo tri-dimensional

De hecho, vivimos en un mundo de tres dimensiones. Lo que vemos delante de nosotros no es una imagen lisa, que tiene sólo largo y ancho, sino una expansión con profundidad física, la tercera dimensión. El suelo que hay bajo nuestros pies se extiende hasta el horizonte distante. Podemos mirar directamente adelante, hacia atrás, hacia la izquierda, hacia la derecha, hacia arriba, hacia abajo. Lo que vemos es un espacio continuo en el que estamos incluidos. Hay muchos objetos cercanos que podemos tocar y objetos más lejanos que se hacen tangibles si tratamos de llegar hasta ellos.

Todo objeto que sea pequeño, liviano y cercano puede ser levantado y sostenido por nuestras manos. Cada movimiento del objeto muestra una figura diferente, porque ha cambiado la relación entre el objeto y nuestros ojos. Si caminamos directamente adelante hacia una escena (esto no es posible en el mundo bi-dimensional) no sólo los objetos que están a la distancia se vuelven gradualmente más grandes, sino que sus figuras cambian, porque vemos más de ciertas superficies y menos de otras.

Nuestra comprensión de un objeto tri-dimensional nunca puede ser completa con un vistazo. La perspectiva desde un ángulo fijo y una distancia puede ser engañosa. Una figura circular que sea primeramente vista desde cierta distancia alejada puede terminar por ser, tras un examen más cercano, una esfera, un cono, un cilindro o cualquier otra figura que tenga una base redonda. Para comprender un objeto tri-dimensional, tenemos que verlo desde ángulos y distancias diferentes y luego reunir en nuestras mentes toda la información para comprender plenamente su realidad tri-dimensional. Es a través de la mente humana que el mundo tri-dimensional obtiene su significado.

El diseño bi-dimensional

El diseño bi-dimensional concierne a la creación de un mundo bi-dimensional mediante esfuerzos conscientes de organización de los

diversos elementos. Una marca casual, como un garabato en una superficie lisa, puede dar resultados caóticos. Eso puede estar lejos del diseño bi-dimensional, cuyo principal objetivo es establecer una armonía y un orden visuales o generar una excitación visual dotada de un propósito.

El diseño tri-dimensional

En forma similar al bi-dimensional, el diseño tri-dimensional procura asimismo establecer una armonía y un orden visuales, o generar una excitación visual dotada de un propósito, excepto porque su material es el mundo tri-dimensional. Es más complicado que el diseño bi-dimensional porque deben considerarse simultáneamente varias perspectivas desde ángulos distintos y porque muchas de las complejas relaciones espaciales no pueden ser fácilmente visualizadas sobre el papel. Pero es menos complicado que el diseño bi-dimensional porque trata de formas y materiales tangibles en un espacio real, así que todos los problemas relativos a la representación ilusoria de formas tri-dimensionales sobre un papel (o cualquier otra superficie lisa) pueden ser evitados.

Algunas personas se inclinan a pensar en términos escultóricos, pero muchas otras tienden a hacerlo en términos pictóricos. Estas últimas pueden tener algunas dificultades con el diseño tri-dimensional. A menudo están preocupadas con la visión frontal de un diseño que dejan de lado otras perspectivas. Pueden pensar que las estructuras internas de las formas tri-dimensionales están más allá de la comprensión, o sentirse fácilmente atraídas por el color y la textura de la superficie cuando el volumen y el espacio son más importantes.

Entre el pensamiento bi-dimensional y el tri-dimensional hay una diferencia de actitud. El diseñador tri-dimensional debe ser capaz de visualizar mentalmente la forma completa y rotarla mentalmente en toda dirección, como si la tuviera en sus manos. No debe reducir su imagen a una o dos perspectivas, sino que debe explorar prolijamente el papel de la profundidad.

y el flujo del espacio, el espacio de la masa y la naturaleza de los diferentes materiales.

78

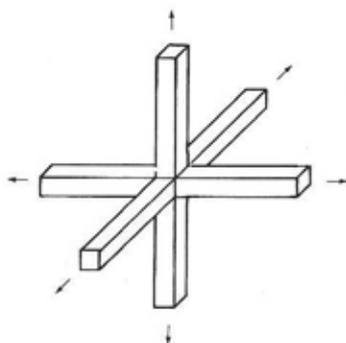
Las tres direcciones primarias

Para comenzar a pensar en forma tri-dimensional debemos ante todo conocer las tres direcciones primarias. Como se ha dicho antes, las tres dimensiones son largo, ancho y profundidad. Para obtener las tres dimensiones de cualquier objeto debemos tomar sus medidas en dirección vertical, horizontal y transversal.

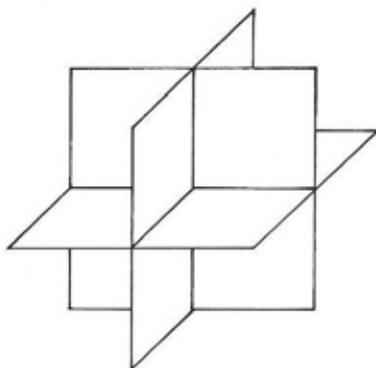
Las tres direcciones primarias son así una dirección vertical que va de arriba a abajo, una horizontal que va de izquierda a derecha y una transversal que va hacia adelante y hacia atrás (fig. 78).

Para cada dirección podemos establecer un plano liso. De esta manera podemos tener un plano vertical, un plano horizontal y un plano-transversal (fig. 79).

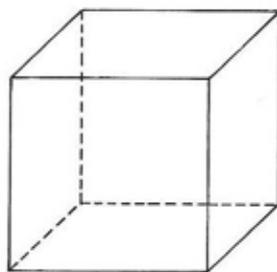
Duplicando tales planos, el vertical se transforma en los planos de adelante y atrás, el horizontal en los de arriba y abajo, el transversal en los de izquierda y derecha. Con tales planos se puede construir un cubo (fig. 80).



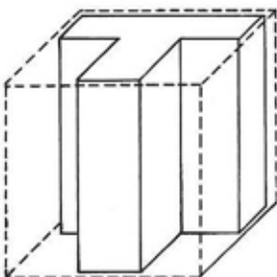
79



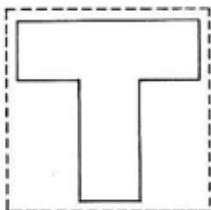
80



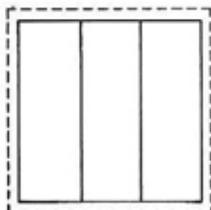
81



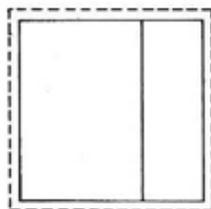
82



83



84



Las tres perspectivas básicas

Cualquier forma tri-dimensional puede ser insertada dentro de un cubo imaginario para establecer las tres perspectivas (fig. 81).

Proyectando tal forma hacia los planos superior, frontal y lateral del cubo imaginario, podremos tener:

a) una visión plana: la forma tal como es vista desde arriba (fig. 82);

b) una visión frontal: la forma tal como es vista desde adelante (fig. 83);

c) una visión lateral: la forma tal como es vista desde el costado (fig. 84).

Cada visión es un diagrama liso, y estas visiones en su conjunto (ocasionalmente complementadas por otras visiones auxiliares y/o seccionales) aportan la descripción más exacta de una forma tri-dimensional, aunque se necesita tener algún conocimiento básico de dibujo de ingeniería para poder reconstruir con tales visiones la forma original.

Elementos del diseño tri-dimensional

En el diseño bi-dimensional, como hemos dicho al principio, hay tres grupos de elementos:

a) los elementos conceptuales: punto, línea, plano, volumen

b) los elementos visuales: figura, tamaño, color y textura

c) los elementos de relación: posición, dirección, espacio y gravedad.

Los elementos conceptuales no existen físicamente, pero son percibidos como si estuvieran presentes. Los elementos visuales pueden ser vistos, desde luego, y constituyen la apariencia final del diseño. Los elementos de relación gobiernan la estructura de conjuntos y las correspondencias internas de los elementos visuales.

Todos estos elementos son igualmente esenciales para el diseño tri-dimensional, aunque habremos de definirlos de una manera ligeramente diferente, y agregar por razones prácticas un conjunto de elementos de construcción. Los elementos constructivos son, en

realidad, concreciones de los elementos conceptuales y serán indispensables en nuestras discusiones futuras.

Elementos constructivos

Los elementos constructivos tienen fuertes cualidades estructurales y son particularmente importantes para la comprensión de los sólidos geométricos. Estos elementos son los usados para indicar los componentes del diseño tridimensional:

a) *Vértice*. Cuando diversos planos confluyen en un punto conceptual, tenemos un vértice. Los vértices pueden ser proyectados hacia afuera o hacia adentro (fig. 85).

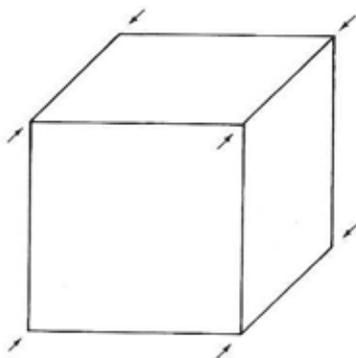
b) *Filo*. Cuando dos planos paralelos se unen a lo largo de una línea conceptual, se produce un filo. También los fillos pueden producirse hacia afuera o hacia adentro (fig. 86).

c) *Cara*. Un plano conceptual que está físicamente presente se convierte en una superficie. Las caras son superficies externas que encierran a un volumen (fig. 87).

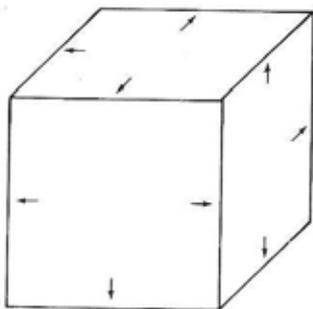
Idealmente todos los vértices deben ser marcados y puntiagudos, todos los fillos deben ser agudos y rectos, todas las superficies deben ser suaves y lisas. En la realidad, esto depende de los materiales y las técnicas, y ciertas irregularidades menores son normalmente inevitables.

Los elementos constructivos pueden ayudar a definir precisamente las formas volumétricas. Por ejemplo, un cubo tiene ocho vértices, doce fillos y seis caras.

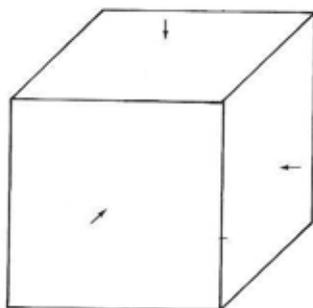
85



86



87



Forma y estructura

La *forma* es un término fácilmente confundido con la *figura*. Se señaló antes que una forma tri-dimensional puede tener múltiples figuras bi-dimensionales cuando se la ve sobre una superficie lisa. Esto supone que la figura es sólo un aspecto de la forma. Cuando una forma es rotada en el espacio, cada paso de la rotación revela una figura ligeramente diferente, porque aparece un nuevo aspecto ante nuestros ojos.

La forma es así la apariencia visual total de un diseño, aunque la figura sea su principal factor de identificación. Podemos asimismo identificar la forma por el tamaño, el color y la textura. En otras palabras, todos los elementos visuales son mencionados colectivamente como forma.

La estructura gobierna la manera en que una forma es construida, o la manera en que se unen una cantidad de formas. Es la organización espacial general, el esqueleto que está detrás del entretelado de figura, color y textura. La apariencia externa de una forma puede ser muy compleja, mientras su estructura es relativamente simple. A veces la estructura interna de una forma puede no ser inmediatamente percibida. Una vez descubierta, la forma puede ser mejor comprendida y apreciada.

Módulos

Las formas más pequeñas, que son repetidas, con variaciones o sin ellas, para producir una forma mayor, se denominan *módulos*.

Un módulo puede estar compuesto de elementos más pequeños, que se denominan *submódulos*.

Una unidad mayor puede estar hecha por dos o más módulos en relación constante y aparecer frecuentemente en un diseño. Se llama *supermódulos*.

Repetición y gradación

Los módulos pueden ser utilizados en repetición exacta o en gradación.

La repetición supone que los módulos son idénticos en figura, tamaño, color y textura. La figura es el elemento visual más importante de los módulos, y así podemos tener módulos repetidos en figura pero no en tamaño. El color y la textura pueden variar si así se lo desea, pero están dentro del alcance de este libro.

La gradación significa transformación o cambio, de una manera gradual y ordenada. Aquí la disposición de su secuencia es más importante, porque de otra manera el orden de gradación no puede ser reconocido.

Podemos tener una gradación de figura en la que ésta cambia ligeramente de un módulo al siguiente, o gradación de tamaño, con las unidades repetidas o graduadas en su figura.

2. Planos seriados

Los puntos determinan una línea. Las líneas determinan un plano. Los planos determinan un volumen.

Una línea puede ser representada por una serie de puntos (fig. 88).

Un plano puede ser representado por una serie de líneas (fig. 89).

Un volumen puede ser representado por una serie de planos (fig. 90).

Cuando un volumen es representado por una serie de planos, cada plano es una sección transversal del volumen.

Planos seriados

Por lo tanto, para construir una forma volumétrica, podemos pensar en términos de sus secciones transversales, o en cómo la forma puede ser cortada en rodajas, a intervalos regulares, de lo que derivan los planos seriados.

Cada plano seriado puede ser considerado como un módulo, que podrá ser usado en repetición o en gradación.

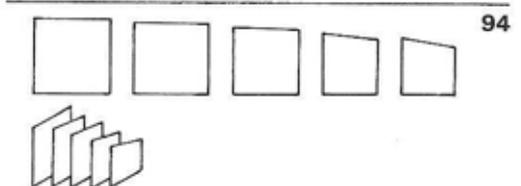
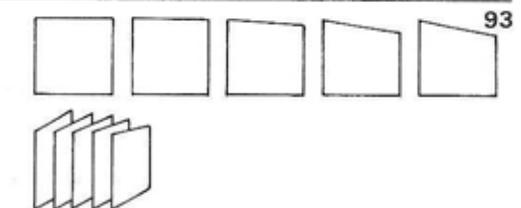
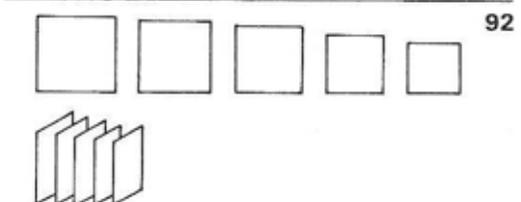
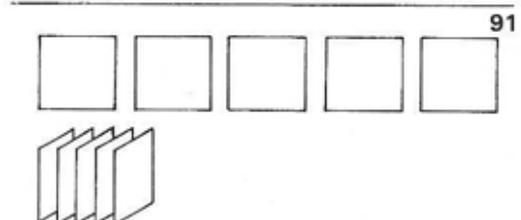
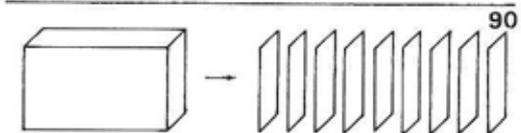
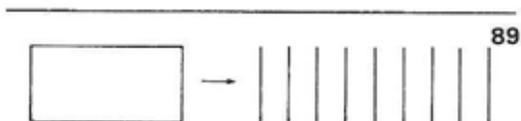
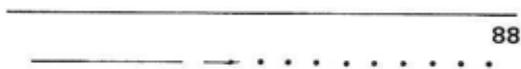
Como fuera ya mencionado, la repetición se refiere a repetir tanto la figura como el tamaño de los módulos (fig. 91).

La gradación se refiere a una variación gradual del módulo, y puede ser usada de tres maneras:

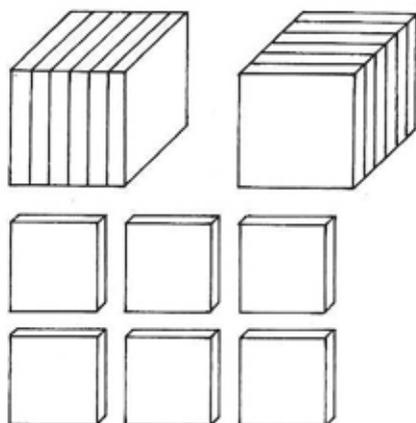
a) Gradación de tamaño pero repetición de figura (fig. 92).

b) Gradación de figura pero repetición de tamaño (fig. 93).

c) Gradación de la figura y del tamaño (fig. 94).



95



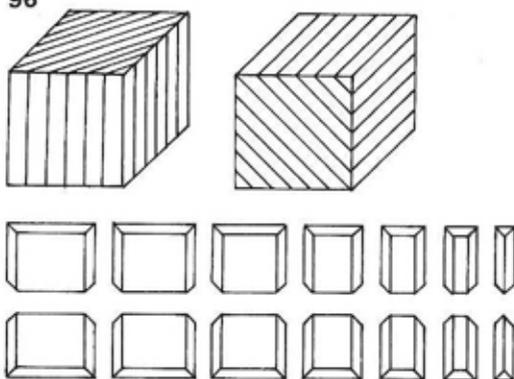
Dissección de un cubo

Para ilustrar un poco más, podemos dividir un cubo en una cantidad de delgados planos de un mismo grosor.

La forma más simple es la separación a lo largo de la longitud, del ancho o de la profundidad, en capas paralelas. El resultado es obtener una cantidad de planos seriados, que son repeticiones de una misma figura y un mismo tamaño (fig. 95).

El mismo cubo puede ser separado diagonalmente. Hay muchas formas de hacer esto. Nuestro diagrama muestra una suerte de dissección diagonal, que deriva en planos seriados con gradación de figura. El tamaño queda asimismo en gradación. La altura permanece constante, pero el ancho aumenta o disminuye gradualmente (fig. 96).

96



Debe señalarse que en la dissección por la longitud, por el ancho o por la profundidad, todos los planos seriados poseen bordes cuadrados (fig. 97).

En la dissección diagonal, todos los planos seriados poseen bordes oblicuos (fig. 98).

Los bordes pueden no tener mucha importancia si los planos son extremadamente delgados, pero si son gruesos no debe descuidarse la influencia de los bordes en el diseño.

Al disponer los planos seriados deben considerarse los elementos de relación. Los dos principales elementos de relación que no deben ser descuidados son la posición y la dirección.

97



98



Variaciones posicionales

La posición tiene relación, ante todo, con el espacio entre los planos. Si no se introducen variaciones de dirección, todos los planos serían paralelos entre sí, cada uno de ellos siguiendo al otro sucesivamente, con un espacio igual entre ellos.

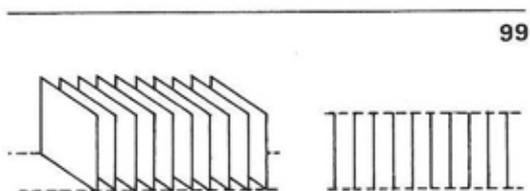
Supongamos que todos los planos son cuadrados de un mismo tamaño. Si un plano sigue a otro, en forma recta, los bordes verticales de los planos trazan dos líneas rectas paralelas, cuyo ancho es el mismo de los planos (fig. 99).

El espacio entre los planos puede ser estrecho o amplio, con efectos diferentes. Un espacio estrecho da a la forma una mayor sensación de solidez, mientras un espacio amplio debilita la sugestión de un volumen (fig. 100).

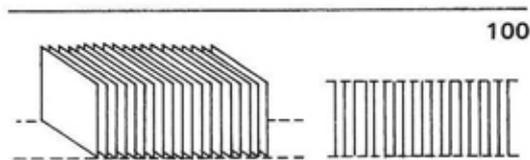
Si se cambia el espacio entre los planos, la posición de cada uno puede ser trasladada gradualmente hacia un lado, o hacia adelante y atrás. Esto provoca que la figura volumétrica experimente varias distorsiones (fig. 101).

Asimismo, sin cambiar el espacio entre los planos, la posición de cada uno puede ser trasladada gradualmente hacia arriba o hacia abajo. Esto puede ser hecho fácilmente si los planos están colgados o suspendidos en el aire (fig. 102).

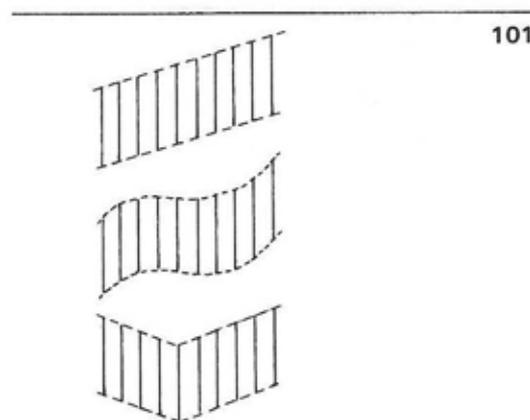
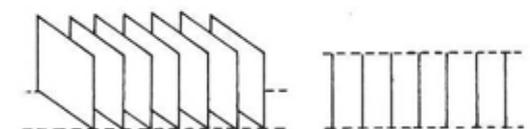
Si los planos son colocados sobre una base, podemos reducir su altura, para sugerir el efecto de su hundimiento gradual, sólo con la variación posicional de manera vertical (fig. 103).



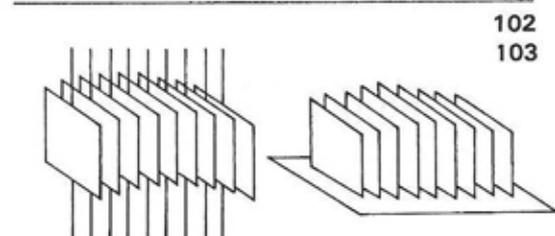
99



100



101

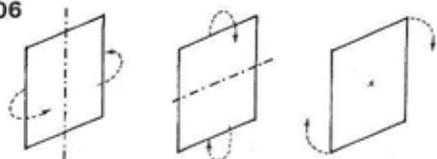


102

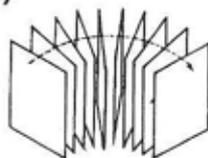
103

109

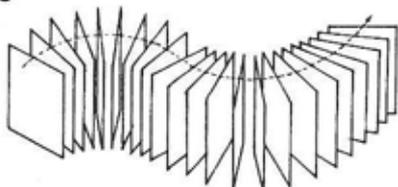
104
105
106



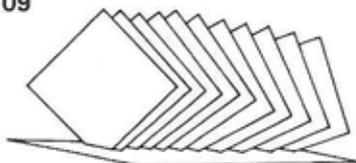
107



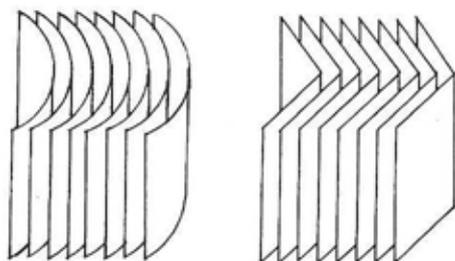
108



109



110



Variaciones de dirección

La dirección de los planos puede ser variada de tres maneras:

a) Rotación sobre un eje vertical (fig. 104).

b) Rotación sobre un eje horizontal (fig. 105).

c) Rotación sobre el mismo plano (fig. 106).

La rotación sobre un eje vertical requiere desviar a los planos de su disposición paralela. La posición queda definitivamente modificada, porque cada cambio de dirección exige simultáneamente un cambio de posición.

En este caso, los planos pueden ser dispuestos en radiación, formando una figura circular (fig. 107).

O pueden formar una figura con curvas a la izquierda y a la derecha (fig. 108).

La rotación sobre un eje horizontal no puede hacerse si los planos están fijos sobre una base horizontal. Si están fijos sobre una base vertical, su rotación sobre un eje horizontal será esencialmente la misma que la rotación sobre un eje vertical, ya descrita.

La rotación sobre el mismo plano supone que las esquinas o los bordes de cada plano se mueven de una posición a otra, sin afectar la dirección básica del plano mismo. Esto da lugar a una figura torcida en forma de espiral (fig. 109).

Los planos pueden ser físicamente curvados o quebrados si así se desea (fig. 110).

Técnicas de construcción

Cualquier tipo de material en hojas puede ser utilizado para hacer planos seriados. Las hojas de acrílico son excelentes si se desea un efecto de transparencia. Las hojas de madera enchapada pueden ser utilizadas para la construcción en una escala muy grande. Casi todos los modelos mostrados en este capítulo han sido hechos con cartón grueso, que puede ser manejado con facilidad. El grosor del cartón asegura su firme adherencia a la base, si la hay.

Para la construcción con cartón, los mejores adhesivos son los que pegan en forma rápida y fuerte. Los planos verticales deben erigirse en posición vertical, sobre una base horizontal, para conseguir el máximo de firmeza y estabilidad. Los planos inclinados sólo son posibles cuando tanto los materiales como el adhesivo son extremadamente fuertes y cuando el borde de unión de cada plano haya sido cortado oblicuamente con precisión (fig. 111).

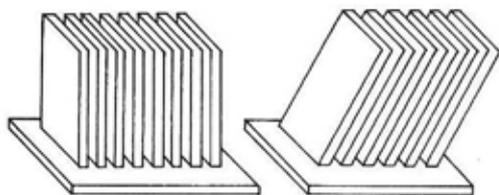
Para refuerzo, puede utilizarse un plano o planos adicionales, junto a los bordes superiores o laterales de los planos. Esto se recomienda solamente cuando tales bordes de los planos desempeñen un papel insignificante en la figura final del diseño (fig. 112).

Los planos seriados que sean dispuestos en forma horizontal exigen un adhesivo muy fuerte si sólo se usa una tabla vertical como sostén (fig. 113).

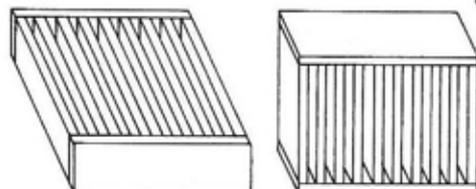
Normalmente, deben usarse dos o más tablas verticales para los planos seriados en horizontal (fig. 114).

Puede utilizarse un centro vertical de sostén para planos seriados horizontales de una figura más libre (fig. 115).

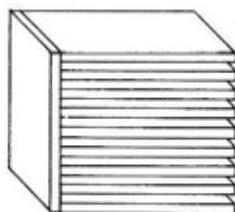
111



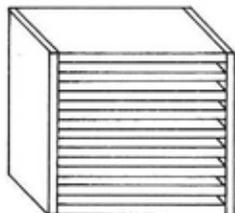
112



113



114

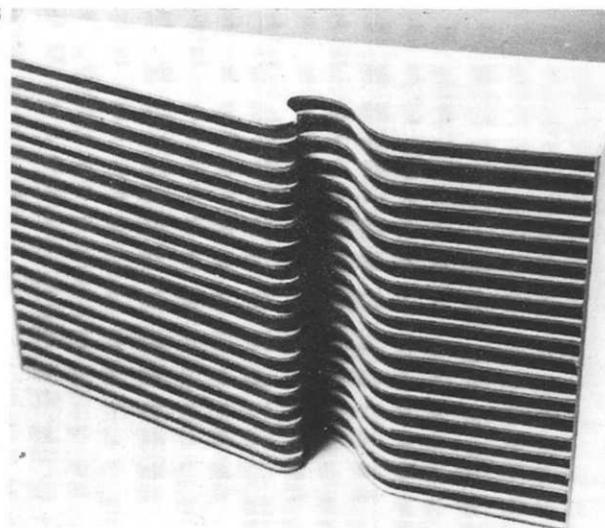


115

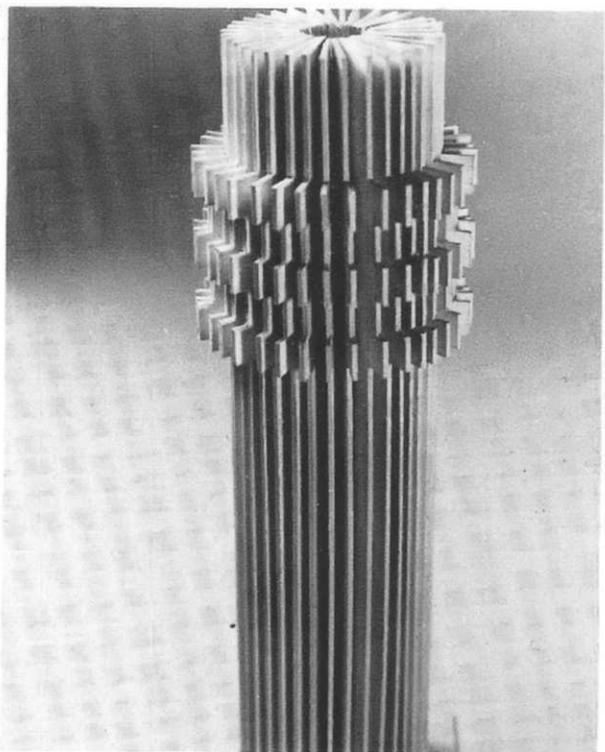


111

116



117

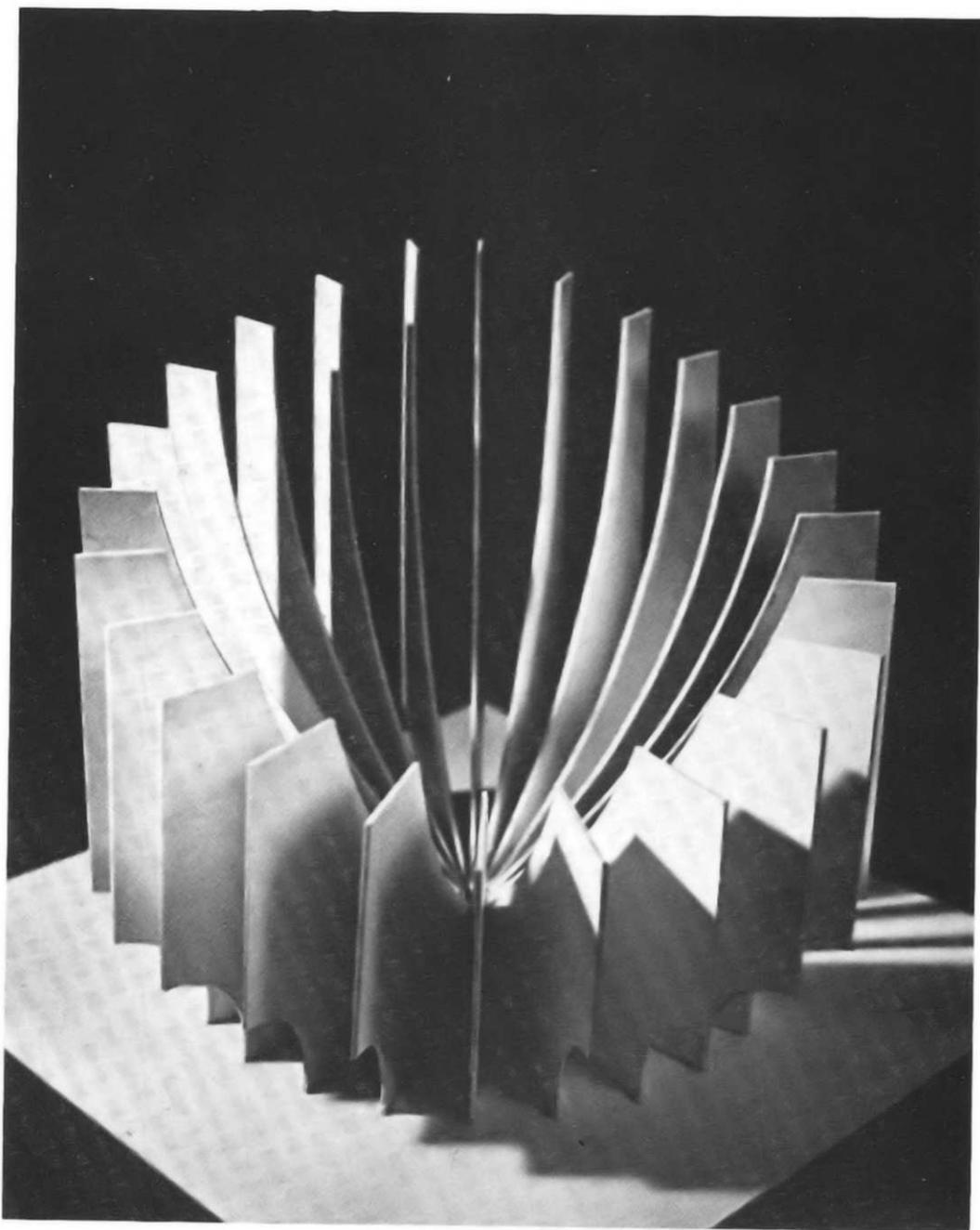


Las figuras 116 a 131 ilustran un mismo problema de diseño, en proyectos realizados por distintos estudiantes.

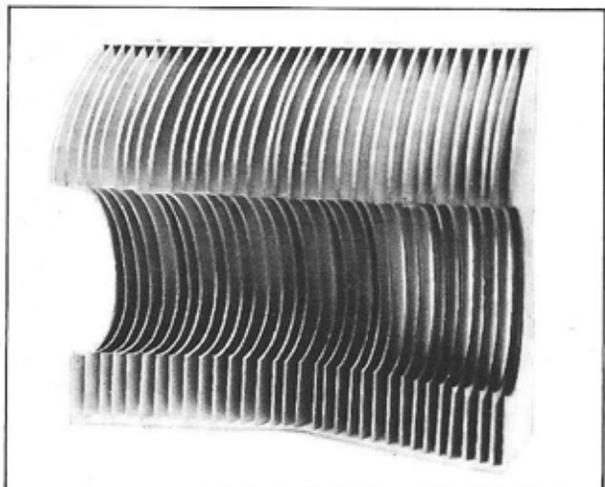
Figura 116. Ésta aparece construida con planos horizontales consecutivos que son repetidos tanto en figura como en tamaño. Los planos son paralelos entre sí, con iguales espacios intermedios, y están sujetos a dos planos verticales.

Figura 117. Aquí una cantidad de planos verticales repetitivos son colocados alrededor de un eje vertical común. El resultado es una figura cilíndrica.

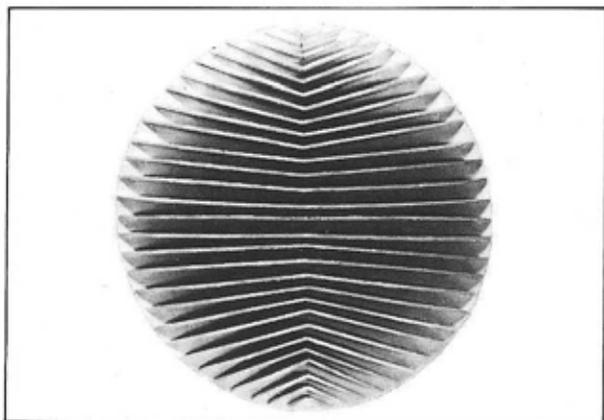
Figura 118. La disposición es similar a la de figura 117. Los planos consecutivos aumentan gradualmente en altura desde el frente hacia el fondo. La sensación volumétrica de la forma no es muy fuerte, debido a que el espaciamiento entre planos es bastante amplio a lo largo de todo el perímetro.



119



120



121

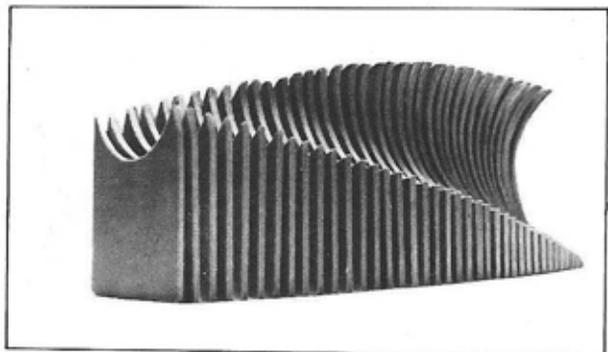
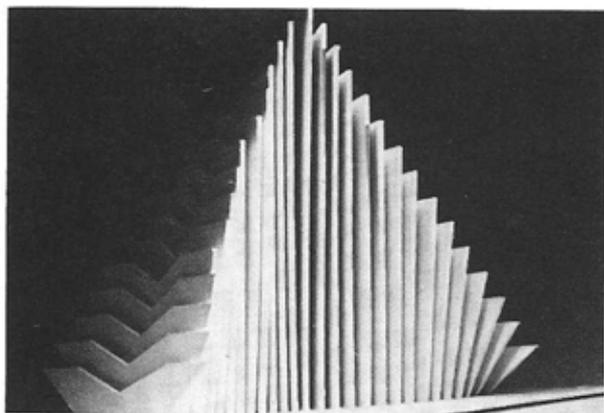


Figura 119. De un vistazo, parecería que todos los planos consecutivos son iguales, tanto en figura como en tamaño. Un examen más atento revela que tienen una sutil gradación de figura. Mientras la parte superior de la estructura es totalmente recta, la inferior se tuerce sutilmente hacia una figura en V.

Figura 120. Con un plano recto en el centro de la estructura, todos los otros se tuercen en ángulos cada vez más agudos. La forma volumétrica sugerida es la de una esfera.

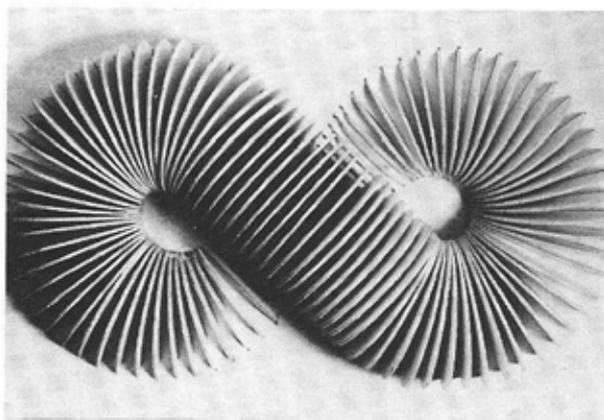
Figura 121. Esta muestra el uso eficaz de una gradación de figura. Cada plano ha sido obtenido por la combinación de una figura rectangular positiva y de una figura circular negativa. La primera tiene un ancho constante, pero la segunda se hace cada vez mayor y se mueve gradualmente hacia abajo y hacia adelante. Los filos rectos de la figura rectangular son totalmente rectos al frente, pero los de atrás cambian gradualmente hacia curvas, para establecer un eco a las figuras circulares negativas.

Figura 122. Esta es una estructura triangular que deriva de la gradación de los planos consecutivos, tanto en figura como en tamaño. Los planos cortos y anchos, con figura de V, que están en ambos costados, se hacen altos y estrechos hacia el medio, por la gradación de tamaño y figura.



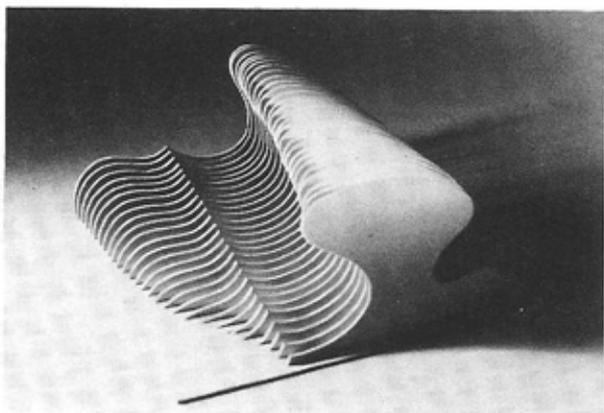
122

Figura 123. En esta estructura se han utilizado planos circulares de exactamente igual tamaño y figura. El efecto de hundimiento de los planos del fondo se debe a la variación de posición. Las dos vueltas que componen la figura global, similar al número 8, derivan de una variación de dirección.



123

Figura 124. El uso de una gradación de figura es aquí bastante obvio y da una sensación de planos que surgen desde la base o que se hunden en ella.



124

125

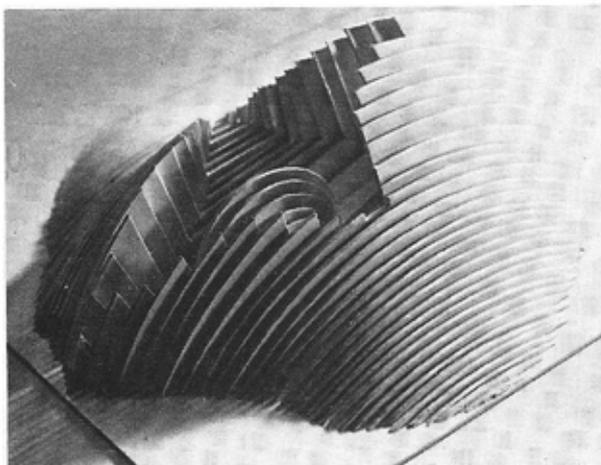


Figura 125. La gradación de forma es utilizada aquí en forma bastante complicada. La forma surge nítidamente desde la base, pero se divide en el centro, revelando otra forma dentro de la profunda concavidad.

Figura 126. Esta es una forma vertical erecta, con una semiesfera que se proyecta al frente y otra al fondo. Ambas semiesferas tienen una posición cóncava, dentro de la cual se aloja una semiesfera más pequeña. El efecto es similar al de la figura 125.

Figura 127. El juego de concavidad y convexidad es aquí igual al de la figura 125.

126

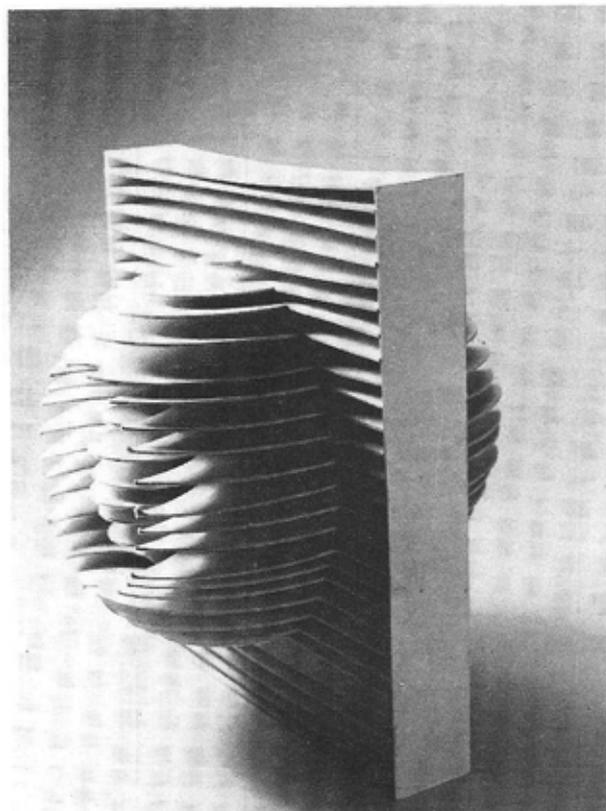
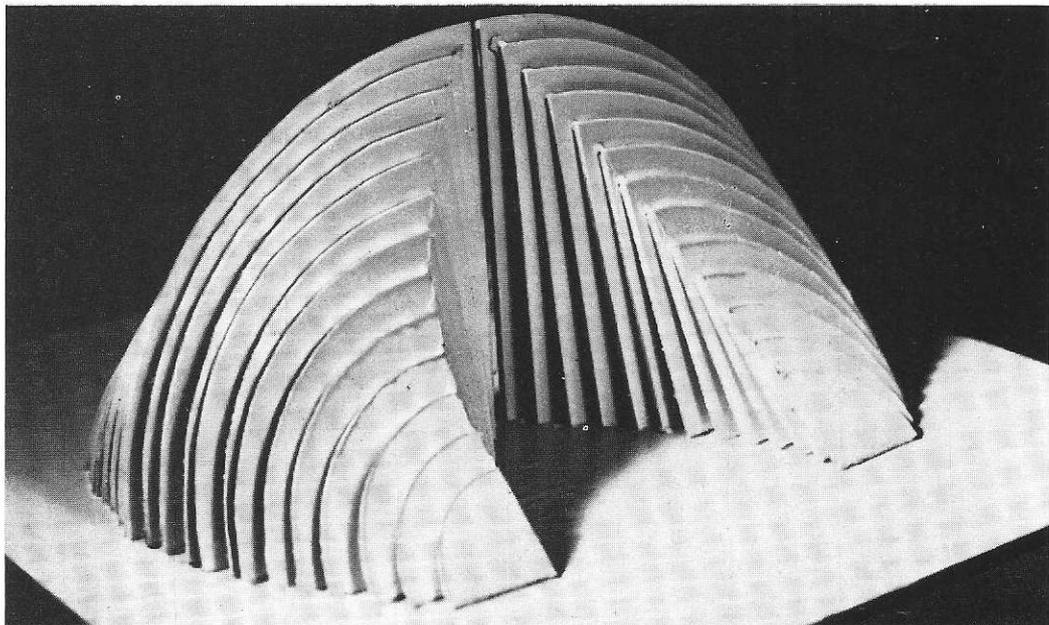
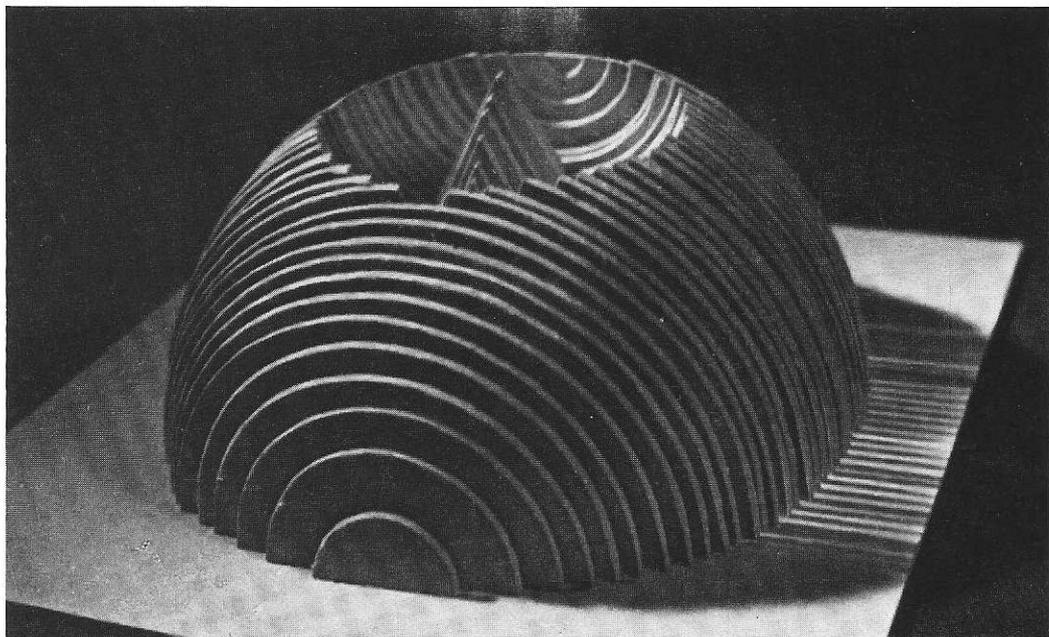


Figura 128. Aquí la figura semiesférica ha sido dividida en dos partes y la figura de cada parte ha sido luego modificada. Una prominente figura negativa se convierte ahora en el punto focal del diseño.



129

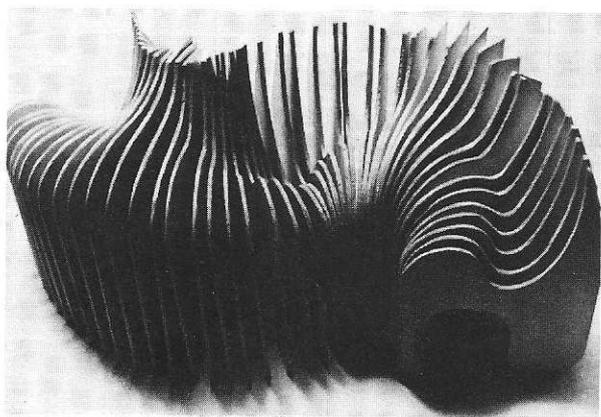


Figura 129. En esta forma, la graduación de figura es utilizada en combinación con la variación de dirección. Nótese la introducción de una figura negativa que corre como un túnel por la parte inferior del diseño.

130

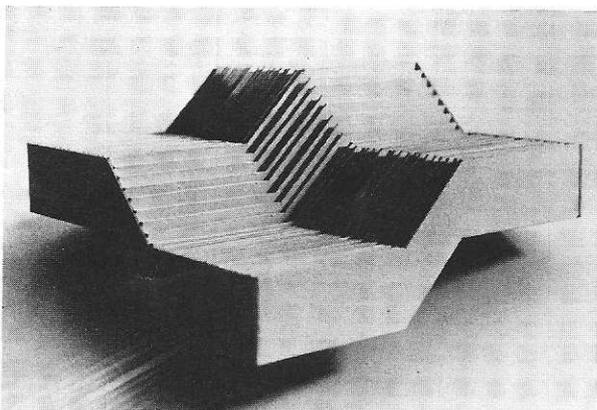


Figura 130. Todos los planos de esta estructura son repetitivos en figura y en tamaño, pero quedan dispuestos en una ligera manera de zigzag por medio de la variación de posición. La disposición en zigzag es un eco a las figuras de los planos mismos. El resultado es una interesante figura con caras facetadas e idéntica apariencia desde delante, detrás, izquierda y derecha.

131

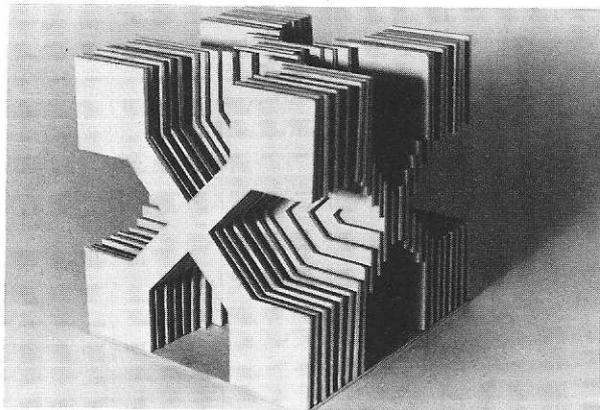


Figura 131. Esta no sólo tiene apariencia idéntica desde los cuatro costados, sino también desde arriba y desde abajo. En los seis casos se muestra la letra X, con igual figura y tamaño. Para construir esto, se introducen figuras negativas en planos cuadrados consecutivos, que son repetitivos en tamaño. Algunos son repetitivos en figura y algunos están graduados en figura.

3. Estructuras de pared

Cubo, columna y pared

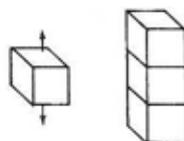
Comenzando con un cubo, podemos colocar un segundo cubo por encima y un tercero por debajo (fig. 132).

Ahora tenemos una columna de tres cubos, que puede ser ampliada en cualquier dirección para incluir la cantidad deseada de cubos (fig. 133).

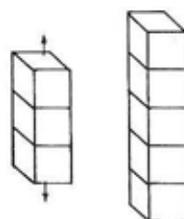
La columna puede ser repetida asimismo a la izquierda y a la derecha. Cuando se levantan una cantidad de columnas, una junto a la otra, tenemos una pared. La estructura de pared es básicamente bi-dimensional. El cubo ha sido repetido en dos direcciones, primero en la dirección vertical y luego en la horizontal.

Cada cubo es una célula espacial en la estructura de pared. Estas células espaciales son dispuestas de manera bi-dimensional, sobre un plano frontal (fig. 134).

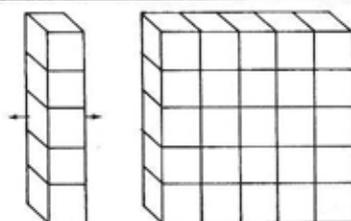
Todas las estructuras bi-dimensionales formales pueden convertirse en estructuras de pared con el agregado de cierta profundidad, y sus subdivisiones estructurales pueden convertirse en células espaciales (fig. 135).



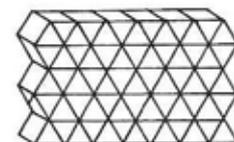
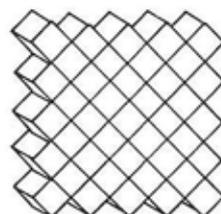
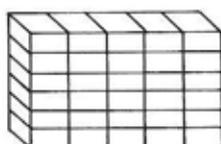
132



133

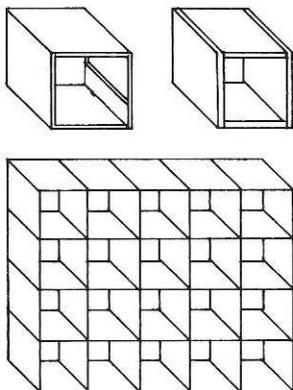


134



135

136



Células espaciales y módulos

Para explorar las diversas posibilidades de hacer estructuras de pared, podemos primeramente doblar una tira de cartón fino, o pegar entre sí cuatro trozos de cartón grueso, a fin de formar un cubo que carece de los planos delantero y trasero (fig. 136).

Esta es nuestra célula espacial más simple. Podemos ver a través de ella y colocar dentro un módulo. El módulo puede ser tan simple como un plano liso, utilizado repetitivamente o con ligeras variaciones (fig. 137).

Como figura plana, el módulo puede ser positivo o negativo (fig. 138).

Puede ser una combinación de dos figuras positivas o de una positiva y una negativa (fig. 139).

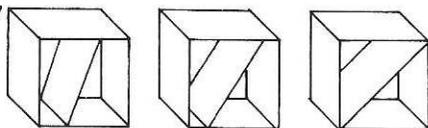
Los módulos pueden ser utilizados en gradación de figura si así lo desea (fig. 140).

La gradación de tamaño puede ser obtenida:

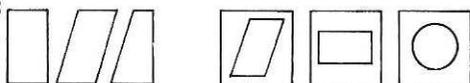
- Aumentando o reduciendo proporcionalmente (fig. 141)
- Cambiando solamente el ancho (fig. 142)
- Cambiando solamente la altura (fig. 143).

Si el módulo es una combinación de dos figuras menores, el tamaño de una puede ser mantenido constante, mientras varía el de la otra (fig. 144). O ambas figuras pueden variar de maneras diferentes (fig. 145).

137



138

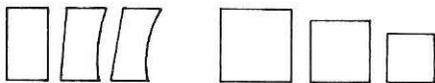


139



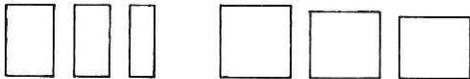
140

141



142

143



144

145



Variaciones posicionales de los módulos

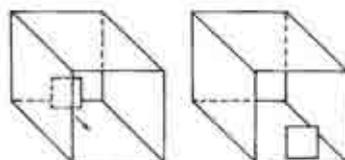
Las variaciones en la posición de los módulos pueden ser obtenidas:

a) Moviendo la figura hacia adelante o hacia atrás (fig. 146)

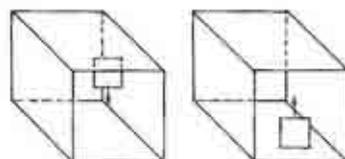
b) Moviendo la figura hacia arriba o hacia abajo (fig. 147)

c) Moviendo la figura hacia la izquierda o la derecha (fig. 148)

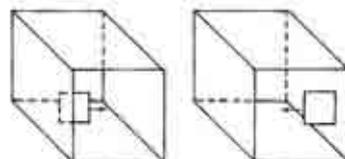
d) Reduciendo la altura o el ancho de la figura, para sugerir la sensación de que se hunde en alguno de los planos adyacentes (fig. 149).



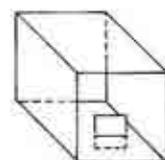
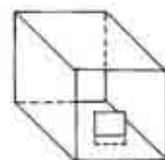
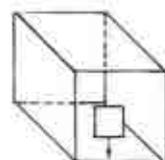
146



147

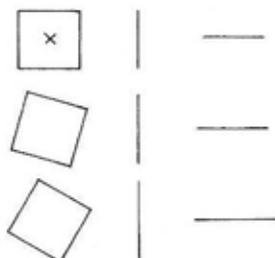


148

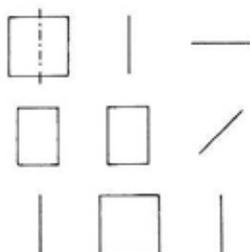


149

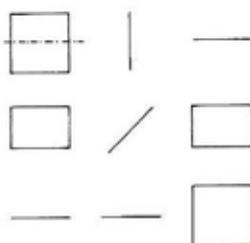
150



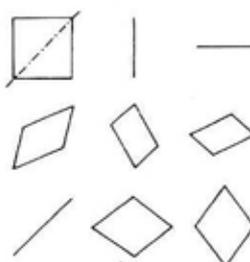
151



152



153



Variaciones de dirección de los módulos

Dentro de cada célula espacial, el módulo puede ser rotado en cualquier dirección deseada. En cada paso de la rotación, será visto desde el frente en forma distinta.

Observemos los efectos a rotar una figura cuadrada. En las figuras 150 a 153, la primera columna vertical representa la visión frontal, la segunda a la visión lateral y la tercera a la visión plana.

La rotación sobre el plano de la misma figura no cambia a ésta desde la visión frontal. La visión lateral de la figura es siempre una línea. La visión plana de la figura es también siempre una línea (fig. 150).

La rotación sobre un eje vertical comienza con la figura como cuadrada desde la visión frontal y la convierte en un rectángulo cada vez más estrecho hasta que disminuye finalmente hasta ser una línea. Desde la visión lateral es primero una línea que gradualmente se convierte en un cuadrado. En la visión plana, la figura continúa siendo una línea de longitud constante que varía de dirección (fig. 151).

La rotación sobre un eje horizontal es muy similar a la rotación sobre un eje vertical. La figura sigue siendo una línea de longitud constante, no en la visión plana sino en la visión lateral (fig. 152).

La rotación sobre un eje diagonal conduce a resultados más complicados. En la visión frontal, el cuadrado se transforma en una línea diagonal tras una serie de paralelogramos graduados. Desde la visión lateral y la plana se ven diferentes figuras de paralelogramos (fig. 153).

Módulos como planos distorsionados

Si es deseable obtener mayores efectos tri-dimensionales, los módulos pueden apartarse de las características de un plano liso. Dos o más planos lisos pueden utilizarse para la construcción de un módulo, o un solo plano liso puede ser tratado de las maneras siguientes para convertirse en un módulo:

- a) Curvándolo (fig. 154).
- b) Doblándolo por una o más líneas rectas (fig. 155).
- c) Doblándolo por una o más líneas curvas (fig. 156).
- d) Cortándolo y curvándolo (fig. 157).
- e) Cortándolo y doblándolo (fig. 158).

Estructuras de pared que no permanecen lisas

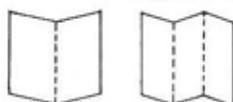
Cuando una célula espacial es colocada sobre otra, la frontalidad lisa de la estructura de pared puede hacerse ligeramente más tri-dimensional con una variación de posición (fig. 159).

Puede obtenerse un efecto similar al variar las profundidades de las células espaciales (fig. 160).

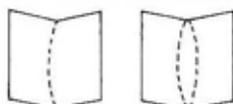
La variación de dirección en la disposición de las células espaciales es posible, pero debe ser hecha con cuidado, ya que el exceso de rotación puede hacer demasiado prominentes los planos laterales de las células espaciales.



154



155



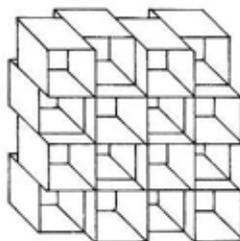
156



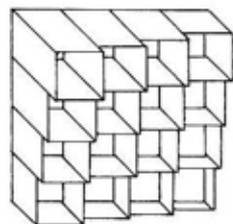
157



158

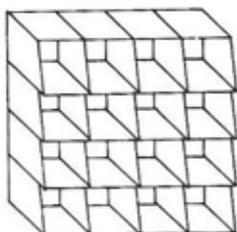


159

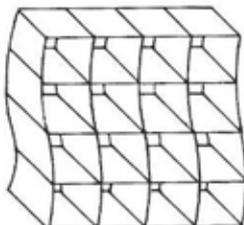


160

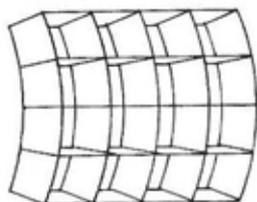
161



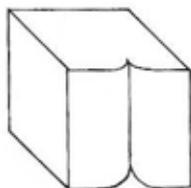
162



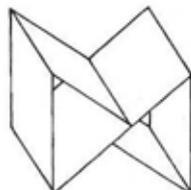
163



164



165



Modificaciones de las células espaciales

Una mayor cualidad tri-dimensional puede obtenerse con la modificación de las células espaciales.

Pueden recortarse los planos de las células espaciales, para que algunos de los filos frontales no sean perpendiculares a los planos laterales o de la base (fig. 161).

Los filos rectos de las células espaciales pueden ser cambiados por filos curvilíneos (fig. 162).

Los planos exteriores de las células espaciales pueden ser construidos para que no estén en ángulos rectos entre sí (fig. 163).

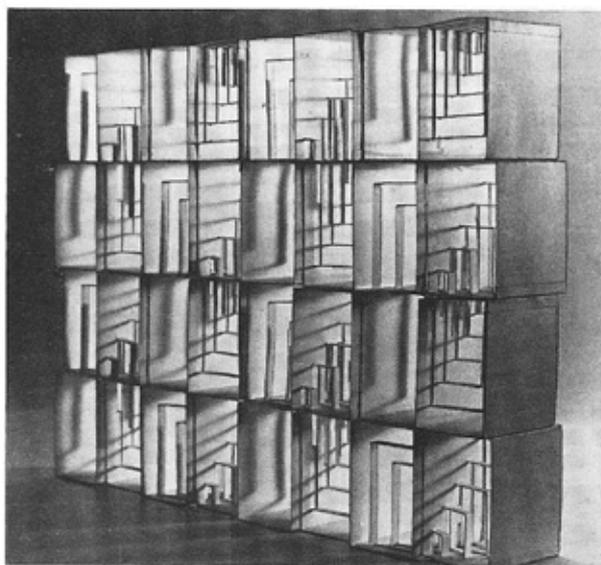
Las células espaciales pueden ser diseñadas de tal manera que sean parte de la estructura del módulo (fig. 164).

Las células espaciales pueden convertirse en módulos, o podemos tener módulos que sirven para erigir una estructura de pared sin el uso de células espaciales (fig. 165).

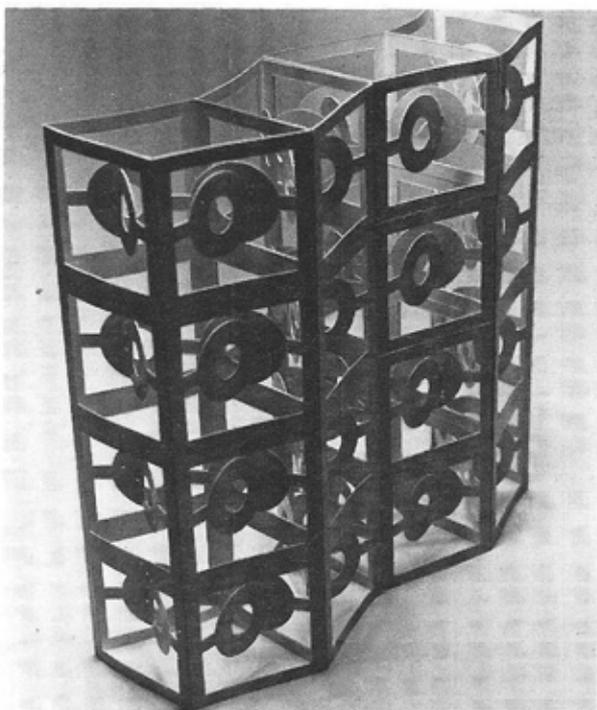
Las figuras 166 a 178 son ejemplos de proyectos de estudiantes, resolviendo un problema de diseño para crear estructuras de pared.

Figura 166. Las células espaciales están dispuestas aquí con una ligera variación de posición. Los módulos lineales son, en realidad, parte de los planos continentales de las células espaciales, y han sido tratados de una manera similar a la de la figura 158.

Figura 167. Los módulos son figuras recortadas de los planos laterales de las células espaciales. Están trabados de una manera interesante. Las células espaciales están hechas de cubos de cartón, omitiendo los planos superior e inferior, y por tanto se convierten en paralelogramos en la visión plana cuando los fillos laterales son arrastrados por los módulos entrelazados.



166



167

168

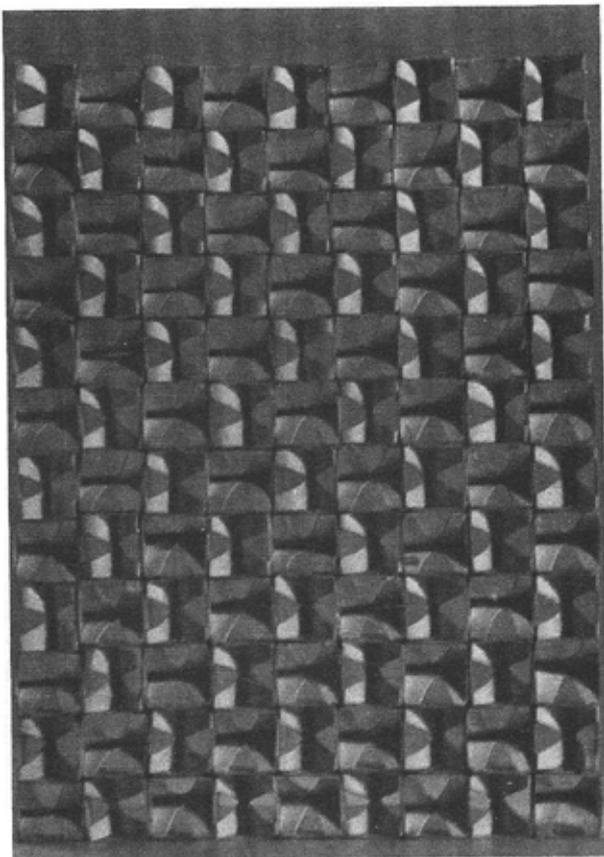


Figura 168. Las células espaciales han sido aquí especialmente construidas, de manera similar a la de figura 164. Se han hecho figuras triangulares negativas sobre los planos retorcidos. El resultado da una sensación táctil de textura después que las células espaciales han sido repetidas muchas veces.

Figura 169. Las células espaciales, que se interpenetran entre sí, han sido dispuestas con cierta variación de posición. Las zonas interpenetradas han sido deformadas mediante corte y quebrantamiento, pero no se han introducido módulos separados en las células espaciales.

169

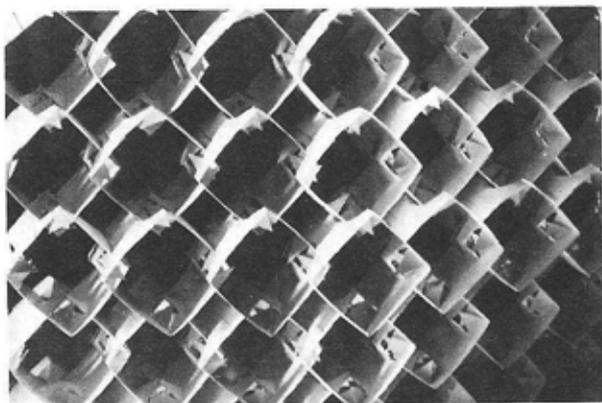
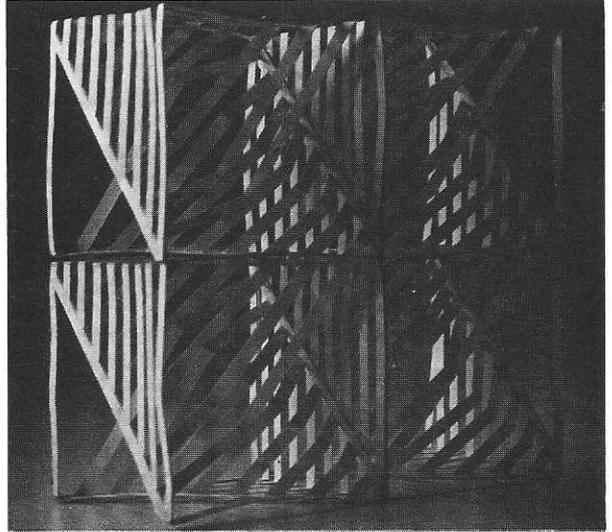
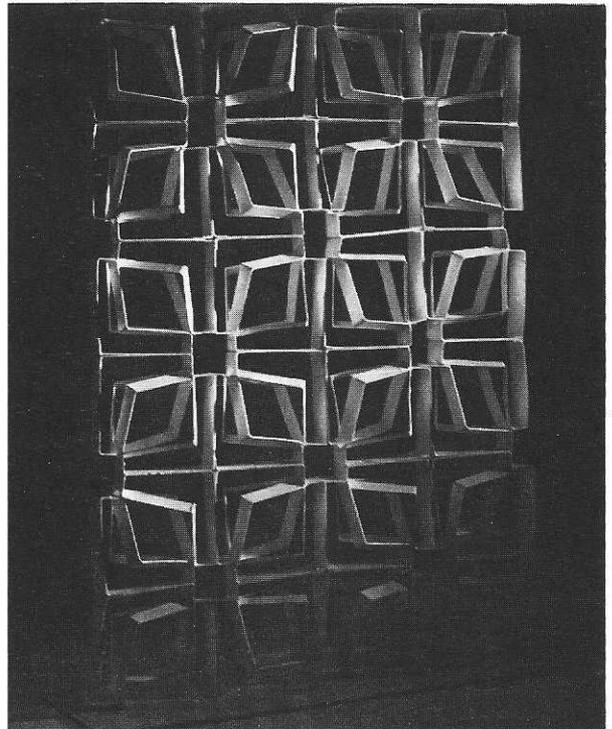


Figura 170. Similar a la figura 166. Los módulos son aquí tiras cortadas y plegadas hacia adentro desde los planos laterales de las células quitadas. Todo el diseño tiene un efecto transparente, con delicados elementos lineales.

Figura 171. Las células espaciales han sido tan transformadas que se convierten en módulos de carácter muy lineal. La profundidad del diseño es escasa, pero contiene una gran cantidad de planos inclinados en varias direcciones.



170



171

172

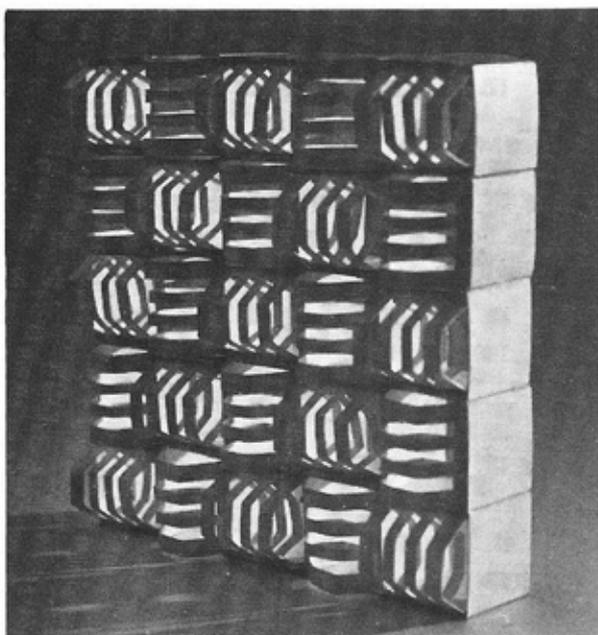


Figura 172. Los módulos son colocados en cada célula espacial con una ligera proyección desde el plano frontal de la estructura de pared.

Figura 173. La célula espacial y el módulo son una misma cosa en este diseño. En la construcción se han usado planos triangulares en lugar de planos cuadrados.

173

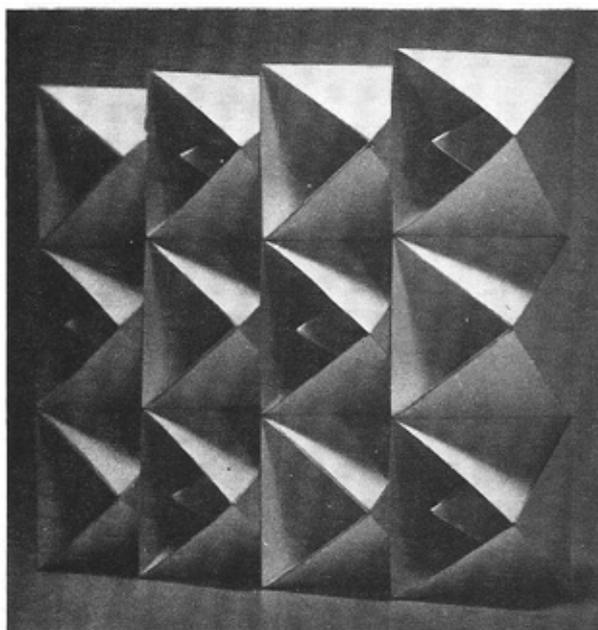
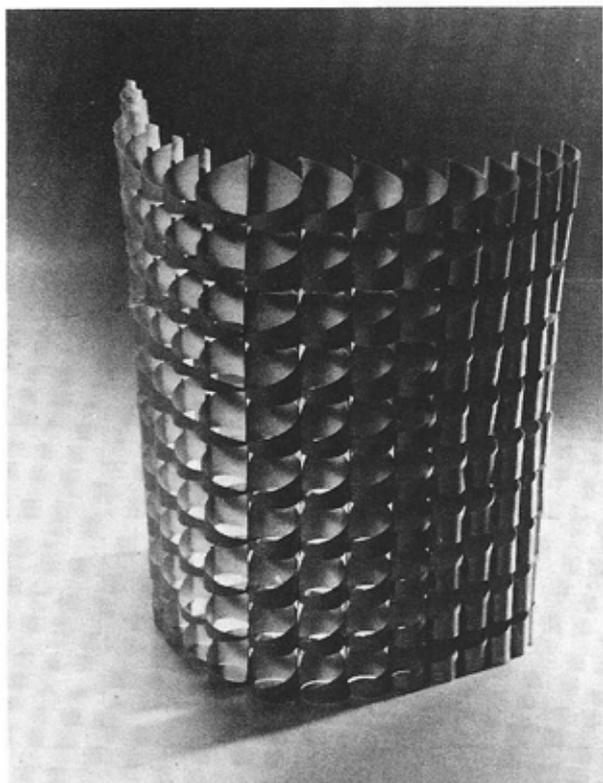
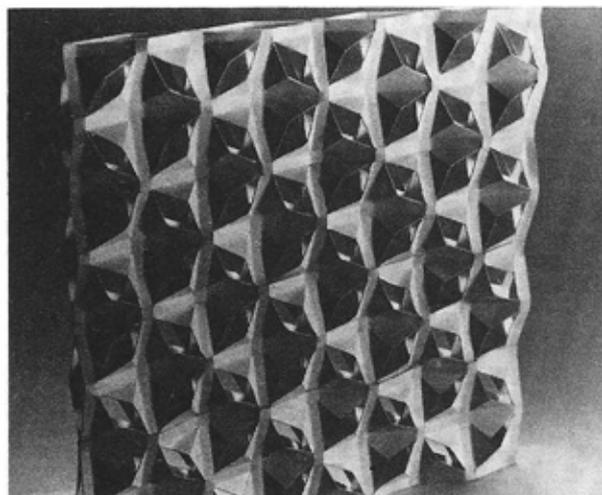


Figura 174. Aquí también las células espaciales sirven como módulos. La disposición muestra una gradación de figuras cilíndricas. Como el contacto entre las superficies es bastante restringido, toda la estructura de pared es muy flexible y puede ser curvada a voluntad.



174

Figura 175. La superficie facetada de esta estructura da un efecto de relieve. Esto se consigue cortando, marcando y plegando los planos lisos continuos.



175

176

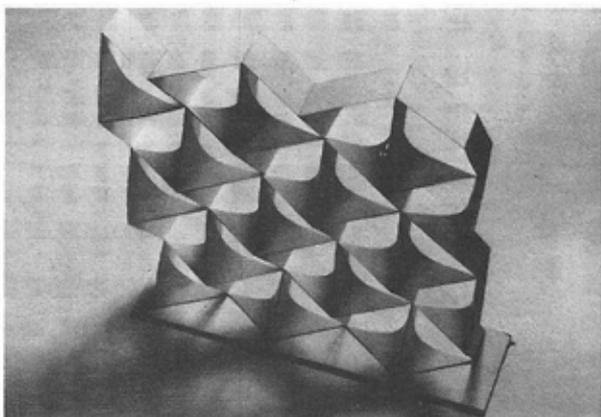


Figura 176. Cada célula espacial es triangular. El módulo interior es un trozo de plano plegado retorcido que une dos filos de la célula espacial.

177

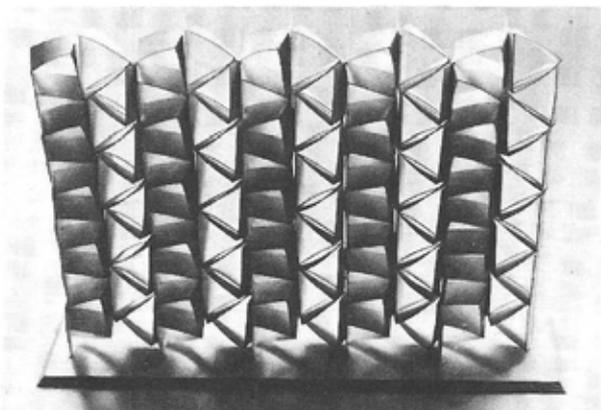


Figura 177. Una tira de cartón delgado ha sido plegada tres veces, para formar una célula espacial que es también el módulo. Al plegar, el principio y el fin de la tira no se superponen, sino que el filo derecho del principio de la tira toca al filo izquierdo del final. Esto provoca un ligero retorcimiento de los planos en la forma resultante.

178

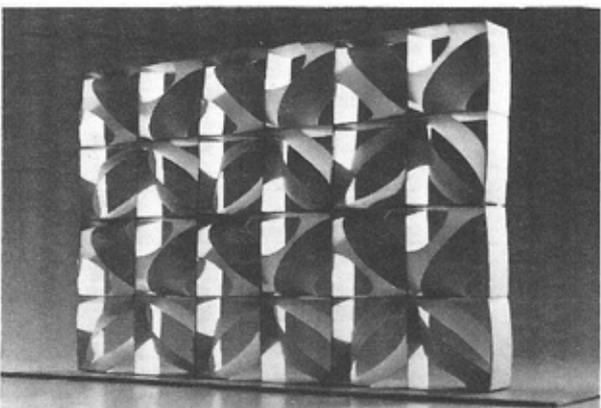


Figura 178. Las células espaciales son cúbicas y están dispuestas directamente encima o adyacentes con su vecina. Los módulos están hechos de tiras retorcidas de cartón fino.

4. Prismas y cilindros

El prisma básico y sus variaciones

Como hemos visto en el último capítulo, una cantidad de cubos, puestos directamente uno sobre otro, construyen una columna. Esa es en verdad la figura del prisma.

Un prisma es una forma con extremos que son figuras paralelas, rectilíneas, similares e iguales, y con lados que son rectángulos o paralelogramos. Para mayor comodidad, podemos escoger un prisma básico que tiene extremos paralelos y cuadrados, y con lados rectangulares que son perpendiculares a los extremos (fig. 179).

A partir de ese prisma básico, pueden desarrollarse las siguientes variaciones:

a) Los extremos cuadrados pueden cambiarse por extremos triangulares, poligonales o de forma irregular (fig. 180).

b) Los dos extremos pueden no ser paralelos entre sí (fig. 181).

c) Los dos extremos pueden no ser de la misma figura, tamaño o dirección (fig. 182).

d) Los extremos pueden no ser planos lisos (fig. 183).

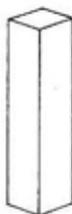
e) Los filos pueden no ser perpendiculares a los extremos (fig. 184).

f) Los filos pueden no ser paralelos entre sí (fig. 185).

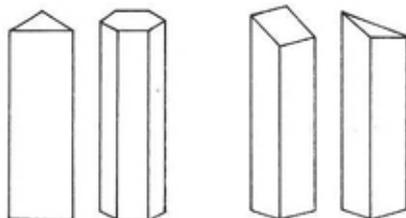
g) El cuerpo del prisma puede ser curvado o torcido (fig. 186).

h) Los filos del prisma pueden ser curvados o torcidos (fig. 187).

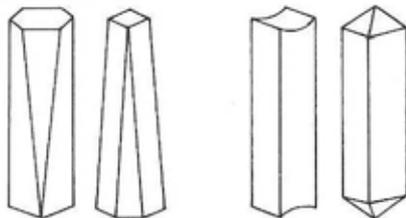
179



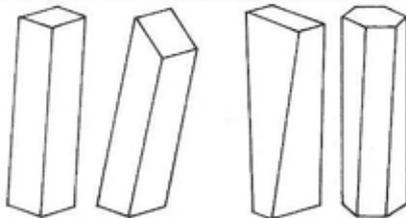
180
181



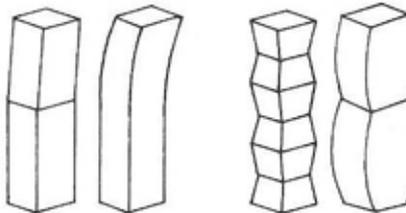
182
183



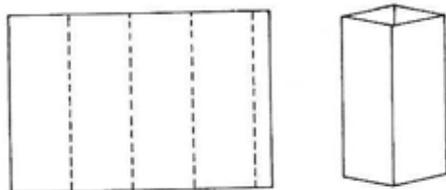
184
185



186
187



188



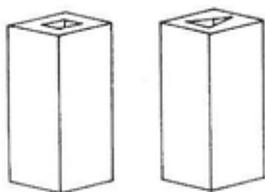
El prisma hueco

Si el prisma no está hecho con materiales sólidos sino con cartón, las variaciones y transformaciones pueden ser más complicadas.

Hagamos un prisma hueco, utilizando una hoja de cartón delgado que es marcado, plegado y luego pegado. Los extremos de este prisma quedan abiertos, sin planos que los cubran (fig. 188).

Los extremos, los filos y las caras de este prisma pueden ser tratados de maneras especiales.

189



Tratamientos de los extremos

Los extremos del prisma hueco pueden ser tratados de una o más de las siguientes maneras:

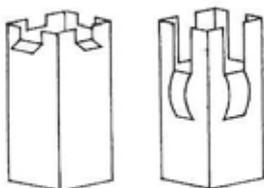
a) Los extremos pueden ser cubiertos, pero en lugar de utilizar un plano continuo y liso para cada extremo, podemos usar planos que contengan figuras negativas (fig. 189).

b) Los filos o lados junto a ambos extremos pueden ser cortados con diferentes figuras, y las resultantes piezas sueltas pueden ser dobladas o plegadas sobre sí mismas si es necesario (fig. 190).

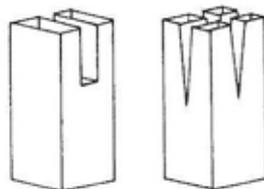
c) Los extremos pueden ser divididos en dos o más secciones (fig. 191).

d) Una figura especialmente diseñada puede ser formada o agregada a los extremos (fig. 192).

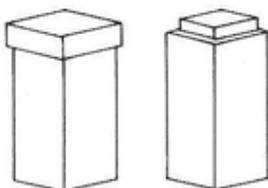
190



191



192



Tratamiento de los filos

El tratamiento de los filos afecta habitualmente también a las caras. La desviación de los filos paralelos no sólo cambia la rectangularidad de las figuras de las caras, sino que a veces conduce a caras deformadas o facetadas que pueden ser muy interesantes. Los extremos de los prismas pueden asimismo ser modificados.

Nuestras ilustraciones muestran aquí los siguientes tratamientos:

a) Filos rectos no paralelos entre sí (fig. 193).

b) Filos ondulantes (fig. 194).

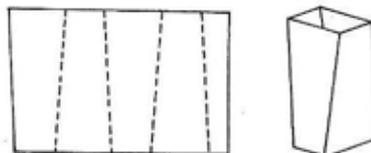
c) Figuras de cadena o de rombo a lo largo de los filos (fig. 195).

d) Figuras circulares colocadas a lo largo de filos rectos paralelos (fig. 196).

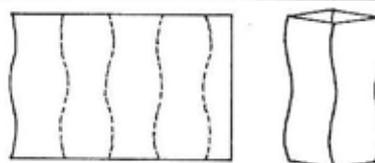
e) Filos que se entrecruzan (fig. 197).

f) Esquema complicado, marcado sobre la superficie del cartón delgado antes de ser doblado para formar un prisma. Algunas de las líneas del esquema también son los filos del prisma (fig. 198).

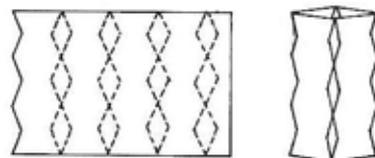
193



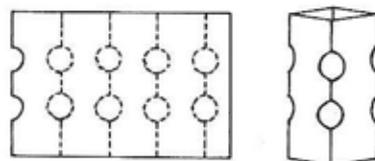
194



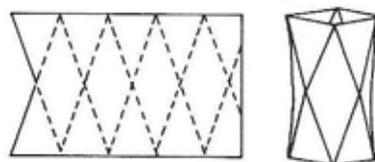
195



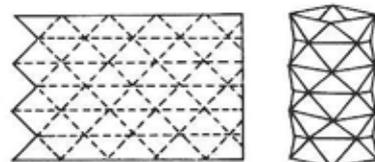
196



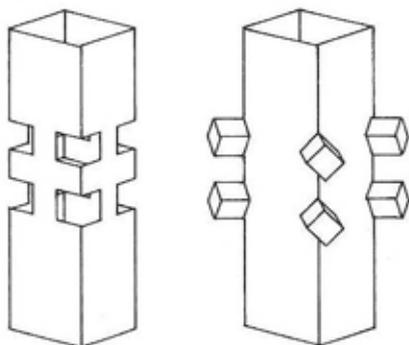
197



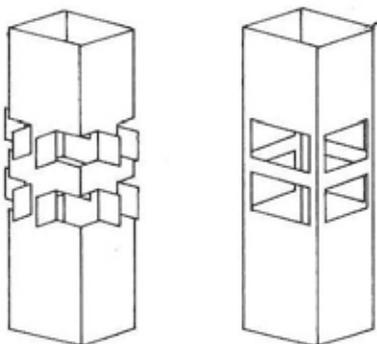
198



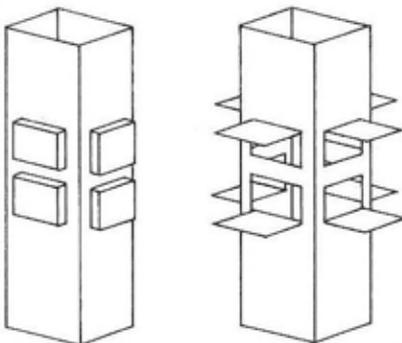
199
200



201
202



203
204



Otros tratamientos de los fillos pueden incluir la simple sustracción o agregado de figuras a lo largo de los fillos.

En la sustracción, se introducen figuras negativas a lo largo de los fillos. Como cada filo es la unión de dos caras, las figuras negativas se hacen recortando algunas partes de ambas caras adyacentes (fig. 199).

Además, se pueden agregar a los fillos ciertas figuras hechas separadamente. Tales figuras pueden cubrir o sobresalir un poco de las caras adyacentes, a menos que las figuras sean estrictamente planas (fig. 200).

Es posible tener líneas cortadas y marcadas, o figuras parcialmente cortadas a lo largo de los fillos y en las caras adyacentes. Al doblar tales figuras hacia adentro (o a veces también hacia afuera) sin separarlas, se crea un juego de formas positivas y negativas (fig. 201).

Tratamiento de las caras

El tratamiento de las caras es prácticamente el mismo que el de los fillos.

En la sustracción, se hacen agujeros en las caras. Puede usarse cualquier figura negativa que no provoque el aflojamiento de las partes o el debilitamiento de la estructura (fig. 202).

El agregado permite que toda figura de base lisa pueda ser adherida a las caras lisas. Pueden siempre agregarse figuras adicionales, que serán ajustadas a las figuras negativas en las caras (fig. 203).

Las figuras semicortadas pueden permanecer transversales o dobladas hacia adentro o hacia afuera en las caras del prisma (fig. 204).

Unión de prismas

Dos o más prismas pueden ser utilizados en un diseño, uniéndolos de varias maneras.

La unión puede ser hecha fácilmente por el contacto entre caras, ya sean los prismas paralelos o no paralelos. La unión en este último caso es muy fuerte siempre que el adhesivo sea muy fuerte (fig. 205).

El contacto entre los filos es más débil, porque la zona en que se puede aplicar el adhesivo a lo largo de los filos es muy limitada. En la construcción con cartón, es posible que la cara de un prisma se prolongue hasta formar la cara del otro prisma, en cuyo caso la resistencia del plano de la cara será la resistencia de la unión. Si el cartón es delgado, un prisma queda haciendo un gozne con el otro y la unión es flexible (fig. 206).

El contacto por los extremos duplica la altura del prisma. En este caso deberá hacer planos lisos que cubran los extremos, y la unión se hace en verdad por la adhesión de un plano al otro, igual que en el contacto entre caras (fig. 207).

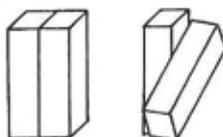
El extremo de un prisma puede ser unido a la cara de otro, haciendo una figura de T o una figura de L. Si los extremos de los prismas han sido cortados en inglete, también puede formarse una figura de L (fig. 208).

Dos prismas cruzados pueden ser trabados entre sí cuando el cuerpo de un prisma ajusta en el cuerpo del otro (fig. 209).

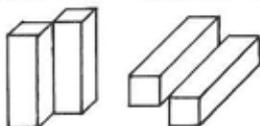
Podemos construir dos prismas cruzados que estén íntegramente unidos entre sí, construyendo con el mismo trozo de cartón algunas de las caras dobles (fig. 210).

La unión de una cantidad de prismas, que se juntan por los extremos, puede conducir a una estructura de marco o a una estructura con continuidad lineal (fig. 211).

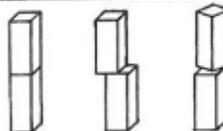
205



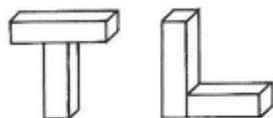
206



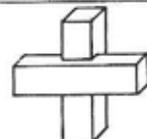
207



208



209

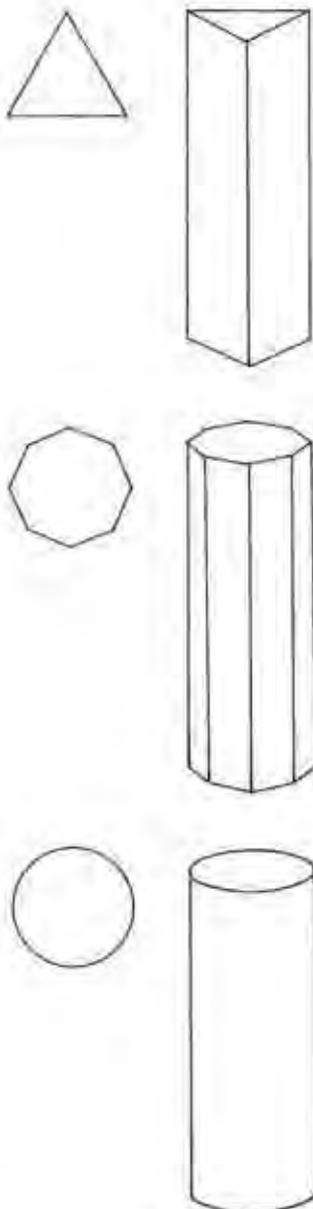


210



211





El prisma y el cilindro

La cantidad mínima de planos que podemos usar para las caras de un prisma son tres, lo que deriva en un prisma con extremos triangulares, arriba y abajo.

Si aumentamos la cantidad de caras en el prisma, las figuras de arriba y abajo cambiarán de triángulos a polígonos. Cuanto más lados tiene un polígono, se hace menos anguloso y más cercano al círculo. Por ejemplo, un octágono es mucho menos anguloso que un triángulo, y así un prisma octagonal tiene un cuerpo más redondo que otro triangular.

Aumentando infinitamente la cantidad de lados de un polígono, se llega al círculo. De la misma manera, aumentando infinitamente la cantidad de lados de un prisma se crea por último un cilindro (fig. 212).

El cuerpo de un cilindro queda definido por un plano continuo, sin principio ni fin, y las partes superior e inferior de un cilindro tienen la figura de un círculo.

Variaciones de un cilindro

Podemos decir que el cilindro común se compone de dos extremos circulares y paralelos del mismo tamaño y de un cuerpo perpendicular a esos extremos. De esa base, son posibles las siguientes desviaciones:

a) El cuerpo puede estar sesgado (fig. 213).

b) Los extremos pueden ser de cualquier figura con ángulos redondeados (fig. 214).

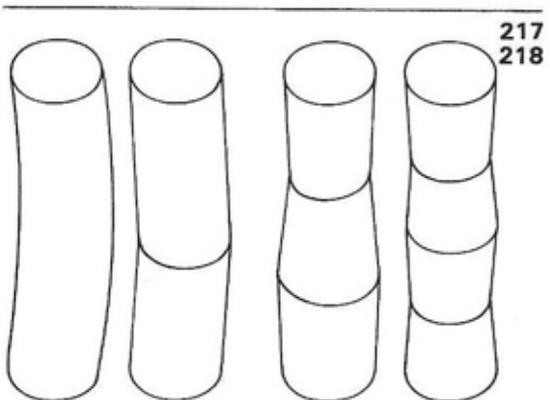
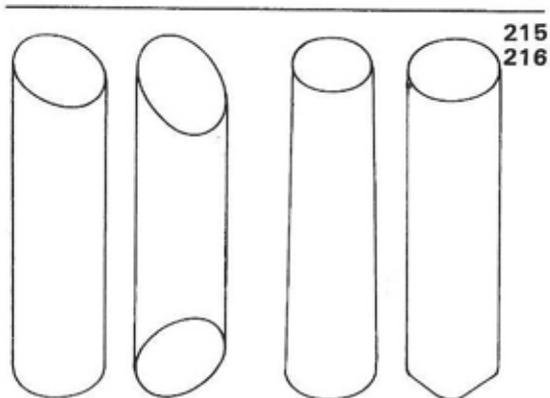
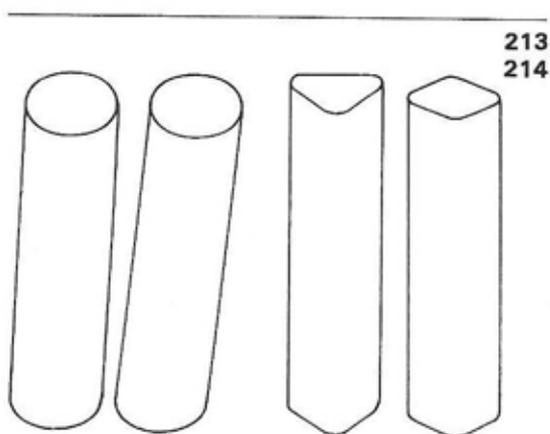
c) Los extremos pueden no ser paralelos entre sí (fig. 215).

d) Los extremos pueden ser de diferentes tamaños o figuras (fig. 216).

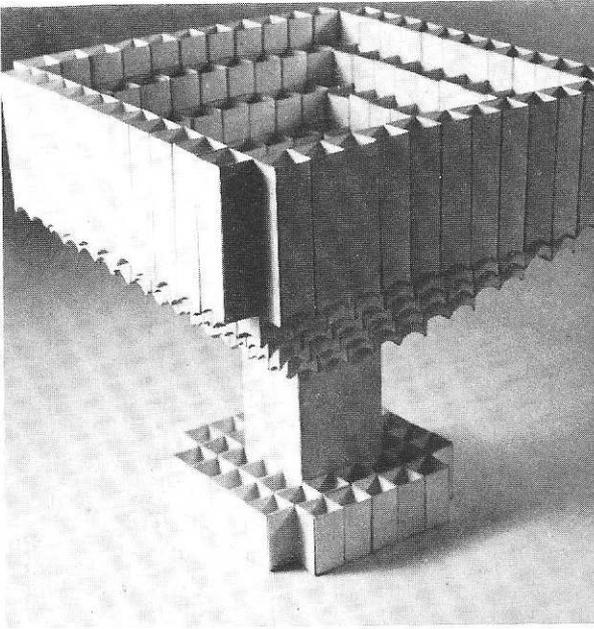
e) El cuerpo puede estar curvado (fig. 217).

f) El cuerpo puede expandirse o contraerse a intervalos (fig. 218).

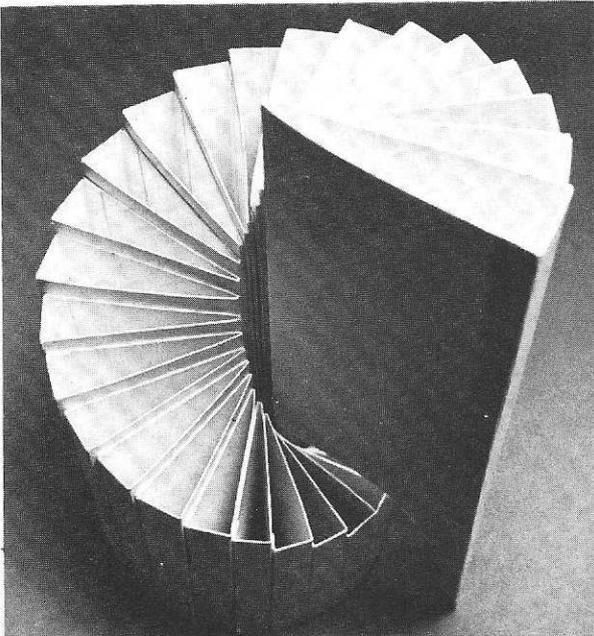
El tratamiento de los extremos y de la cara puede ser aplicado al cilindro de la misma manera en que es aplicado al prisma.



219



220



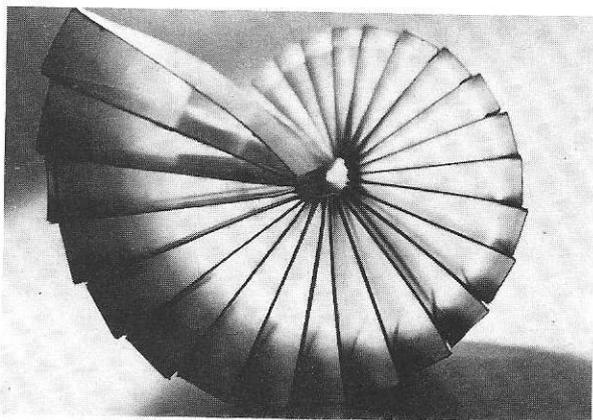
Las figuras 219 a 228 ilustran diferentes enfoques para el uso de prismas. La figura 222 es un solo prisma con tratamiento en superficie del cuerpo y de las caras; los otros proyectos exploran las posibilidades para el uso de prismas como módulos de diseño.

Figura 219. Han sido usados numerosos prismas cuadrados de diversas alturas. Nótese que cerca de la parte inferior las caras de muchos prismas han sido recortados a figuras circulares.

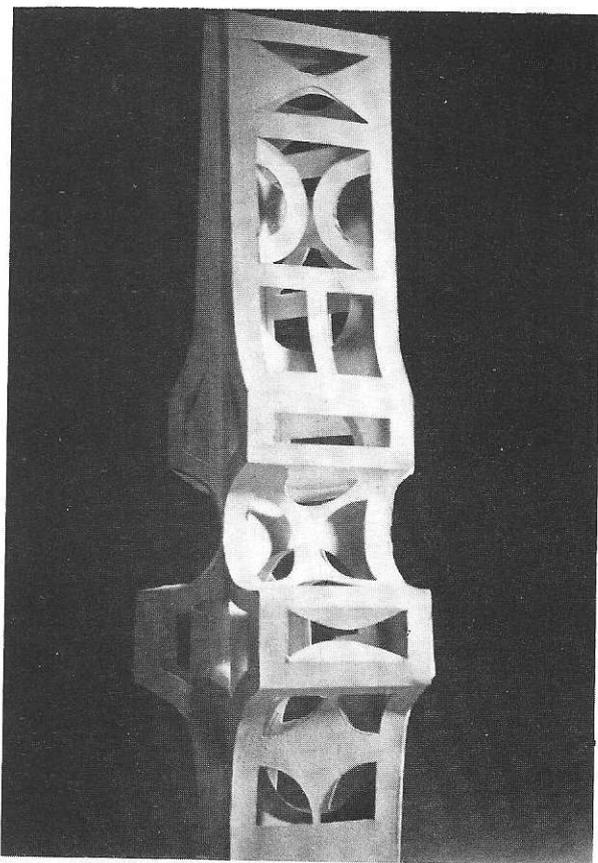
Figura 220. Este diseño en espiral ha sido hecho con una cantidad de prismas triangulares que aumentan gradualmente en altura. Las partes inferiores de los prismas más altos han sido retocadas para producir una zona de cavidad, a fin de colocar los prismas más cortos, lo que marca el comienzo de una espiral hacia arriba.

Figura 221. Este es otro ángulo del mismo diseño ilustrado en la figura 220.

Figura 222. La figura del cuerpo de este prisma ha sido muy transformada. El tratamiento de las caras revela algunas figuras circulares negativas en la capa interna de la construcción.



221



222

223

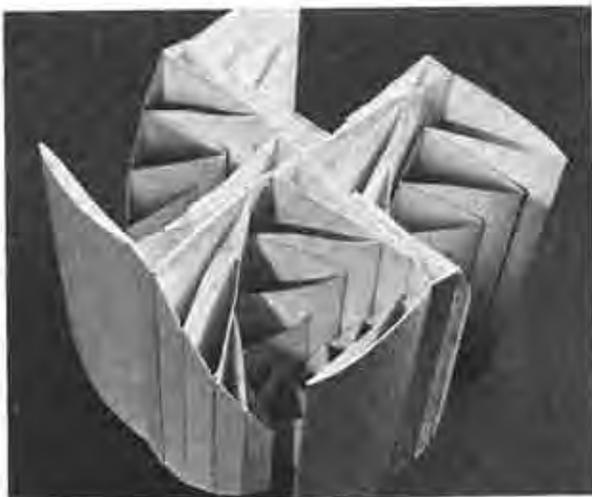


Figura 223. En este diseño se han utilizado cuatro grupos de prismas triangulares en gradación de tamaño y de figura.

Figura 224. Este se compone de tres capas concéntricas. La interior tiene los prismas más altos y también más angostos. La exterior tiene los prismas más cortos y más grandes.

224

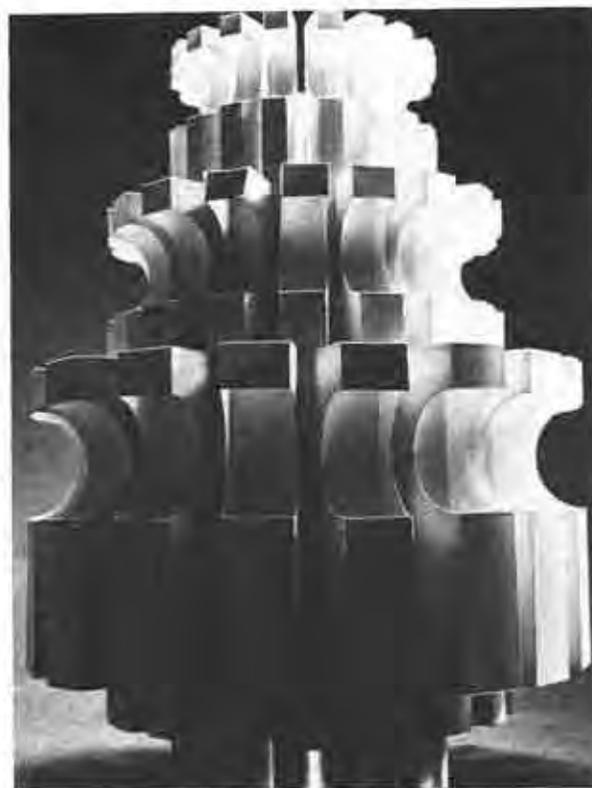
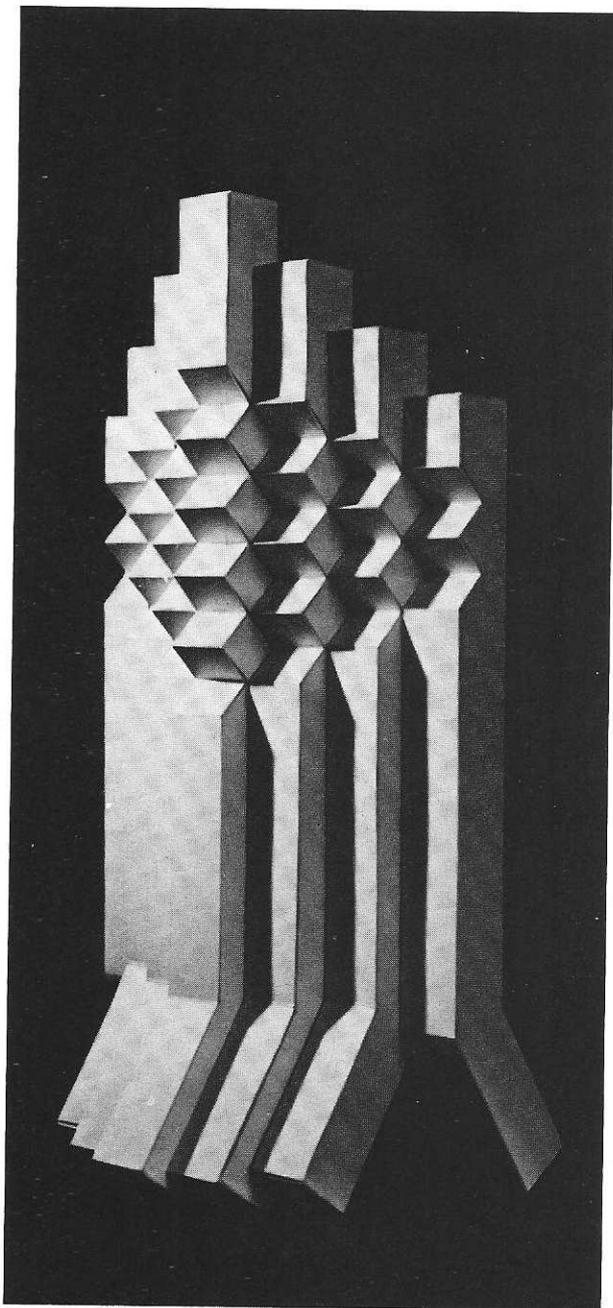


Figura 225. Está construida con siete prismas, todos los cuales se doblan marcadamente cerca de la base, mientras las caras han sido tratadas con dibujos en zigzag.



225

226

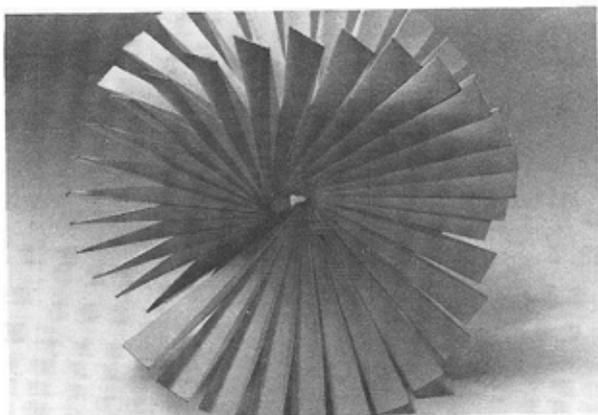


Figura 226. Cada prisma es en realidad una figura de cuña, construida con cuatro triángulos isósceles alargados y dos extremos chatos. La construcción en espiral se ha obtenido pegando entre sí una cantidad de tales prismas con el contacto entre caras.

227

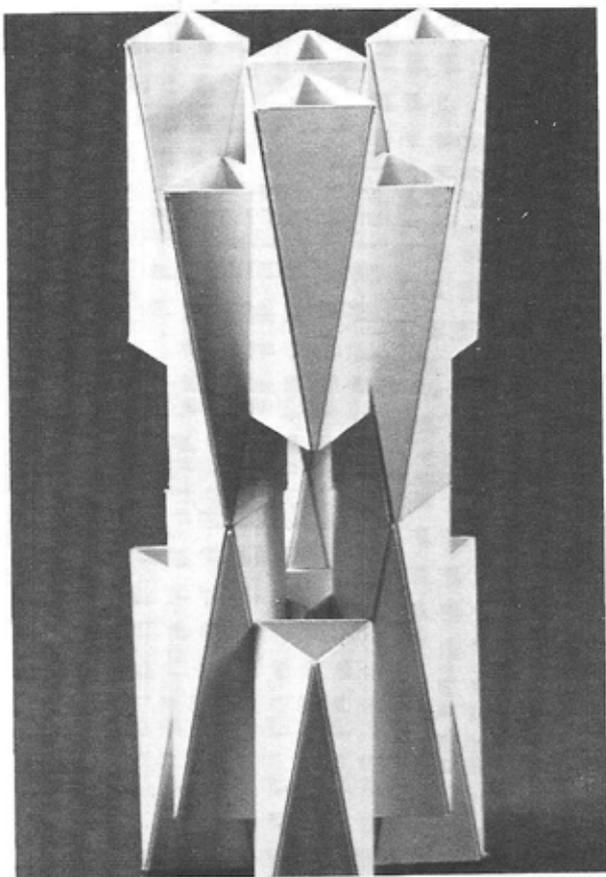
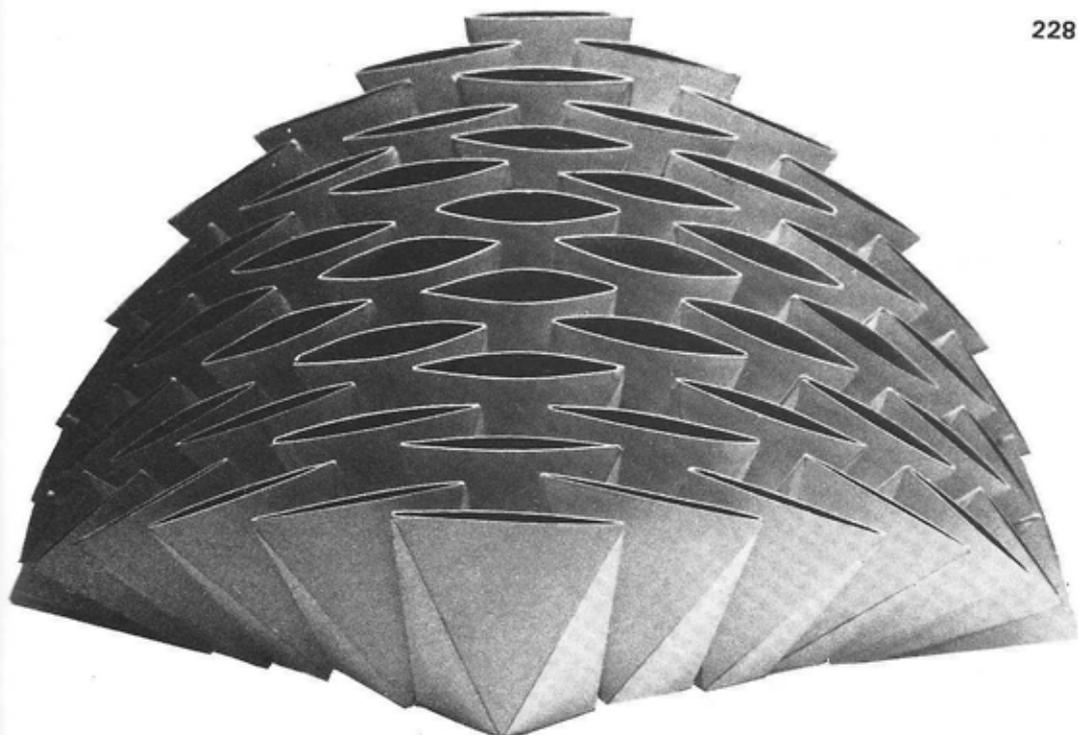


Figura 227. Los planos triangulares han sido utilizados asimismo en los prismas de este diseño. Cada prisma se compone de seis planos triangulares y los extremos son triángulos que quedan abiertos y sin cubrir. La construcción fue hecha por contacto entre filos y caras.

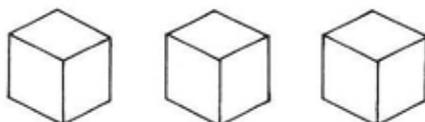
Figura 228. Los prismas de este diseño han sido contruidos con tres planos triangulares y un plano rectangular. La parte inferior de cada prisma tiene forma triangular, pero la superior es sólo una ranura que se abre entre dos planos. Los prismas han sido dispuestos a modo de abanico.



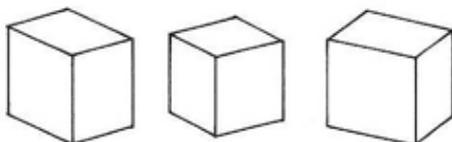
228

5. Repetición

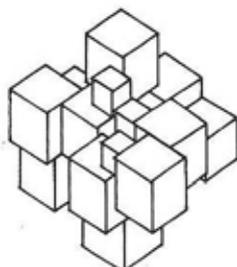
229



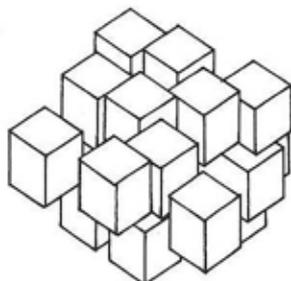
230



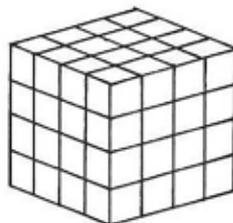
231



232



233



Repetición de módulos

La repetición de módulos ha sido brevemente mencionada en el capítulo 1 de esta segunda parte. Hemos visto asimismo que muchos de los ejemplos ilustrados en los capítulos 2, 3 y 4 contienen módulos en repetición.

En el sentido más estricto, la repetición de módulos supone que todos los elementos visuales de los módulos —figura, tamaño, color y textura— sean los mismos (fig. 229).

En un sentido amplio, el color o la textura idénticos entre los módulos constituye una repetición. Desde luego, los módulos deben relacionarse entre sí por similitud o por gradación de figura, y de otra manera no podrían ser agrupados como módulos (fig. 230).

La figura, en todo caso, es el elemento visual esencial cuando hablamos de módulos. Así, cuando hablamos de repetición de módulos, la repetición de la figura ha de estar siempre incluida. Aporta una inmediata sensación de unidad, incluso aunque los módulos puedan estar dispuestos de manera informal (fig. 231).

La unidad visual queda reforzada cuando los módulos son repetidos en figura y en tamaño (fig. 232).

Si se desea un alto grado de regularidad en la organización, los módulos pueden ser reunidos en un diseño guiado por una estructura de repetición (fig. 233).

Estructura de repetición

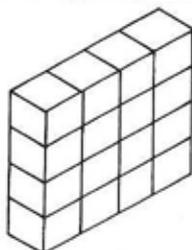
La estructura de pared descrita en el capítulo 3 de esta parte es ya una clase de estructura de repetición, excepto porque su naturaleza es bi-dimensional (fig. 234).

Para obtener una verdadera estructura tri-dimensional, esa estructura de pared puede ser ampliada hacia adelante y hacia atrás. De esta manera, no sólo da una visión frontal sino que puede ser vista debidamente de todos los lados (fig. 235).

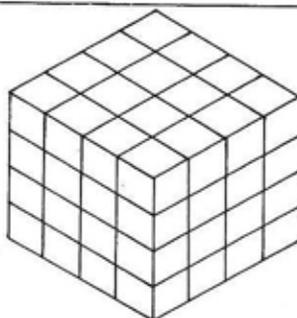
Podemos definir una estructura de repetición como aquella en que los módulos, o las células espaciales que los contienen, se reúnen en una secuencia y un esquema regulares, con lo que todos se relacionan entre sí de la misma manera.

No es fácil ilustrar sobre el papel los diversos tipos de estructura de repetición en el diseño tri-dimensional. La manera más fácil es analizar tales estructuras en términos de capas verticales o capas horizontales. Las capas verticales u horizontales son en realidad una misma cosa en la mayor parte de los diseños simétricos, que pueden ser puestos de costado para obtener una visión diferente (fig. 236).

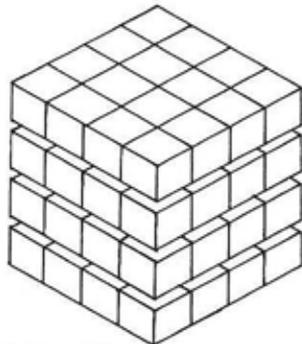
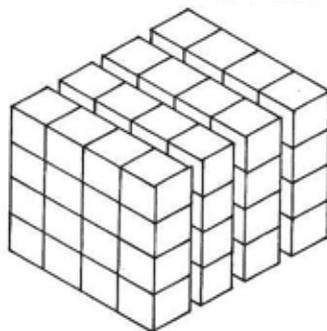
234



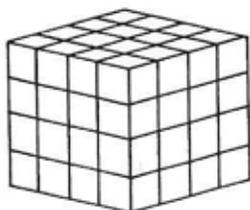
235



236



237



Disposición de las capas

Para ilustrar la organización de una estructura de repetición, comencemos por disponer cuatro capas de células espaciales o de módulos.

El arreglo más simple es que cada capa esté directamente encima de su vecina (fig. 237).

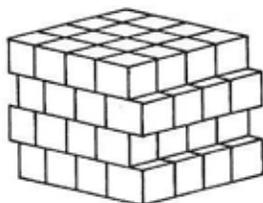
Después movemos las posiciones de capas alternadas (fig. 238).

O podemos disponerlas en una gradación de posición (fig. 239).

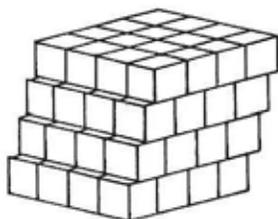
La variación de dirección es también posible. Pueden modificarse las direcciones de capas alternadas (fig. 240).

O podemos disponer las capas en una gradación de dirección (fig. 241).

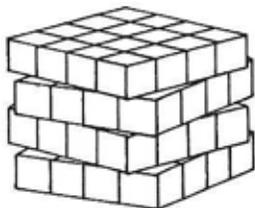
238



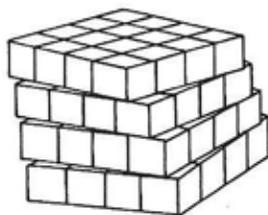
239



240



241



Organización dentro de cada capa

Dentro de cada capa hay numerosas maneras de disponer los módulos, y pueden disponerse en forma distinta los de capas alternadas. Hemos ilustrado nueve células espaciales o módulos en una capa para explorar las diversas posibilidades. Primero los disponemos en tres filas, colocándolos totalmente juntos entre sí (fig. 242).

Pueden moverse las posiciones de las filas (fig. 243).

Puede haber intervalos entre las células espaciales o los módulos (fig. 244).

Si las células espaciales o módulos no se tocan entre sí, la capa adyacente puede ser dispuesta de manera distinta, para ayudar a mantener en posición las células espaciales o módulos de la primera capa (fig. 245).

Puede introducirse la variación de dirección entre las células espaciales o módulos (fig. 246).

Unión de módulos

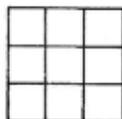
Las células espaciales, que habitualmente son de figuras geométricas simples, pueden ser unidas entre sí por contacto entre caras, pero los módulos, cuando son usados sin células espaciales, pueden ser de ciertas figuras o estar en posiciones que exijan diversas clases de unión.

El contacto entre caras da ciertamente la unión más firme. Puede tratarse de un contacto total de caras o de un contacto parcial de caras (fig. 247).

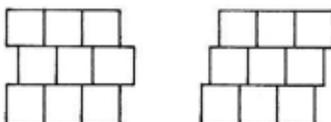
Los contactos de filo-cara y de filo-filo son más débiles y pueden dar uniones flexibles (fig. 248).

Los contactos vértice-cara, vértice-filo y vértice-vértice por lo general son difíciles de controlar, y debe ponerse cuidado si tales uniones son necesarias (fig. 249).

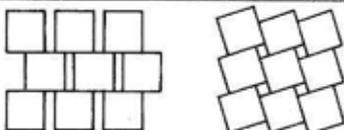
242



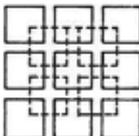
243



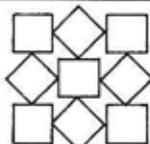
244



245



246



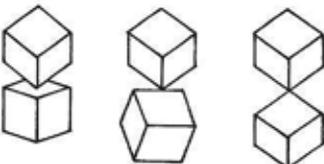
247



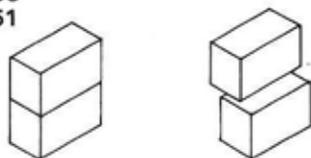
248



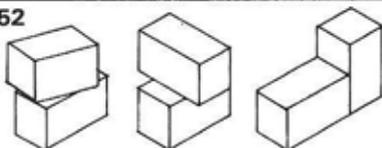
249



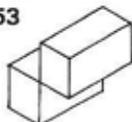
250
251



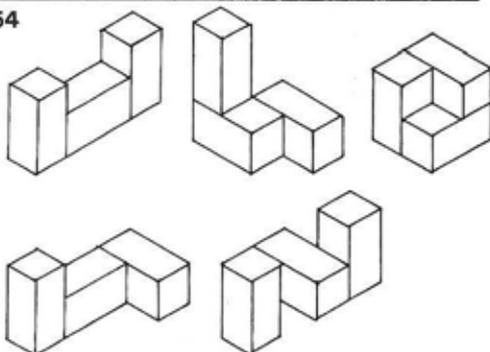
252



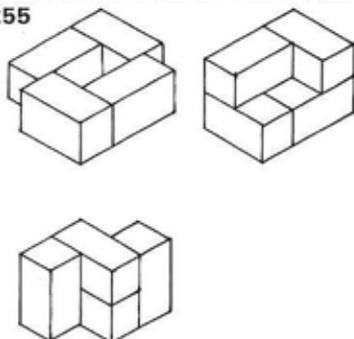
253



254



255



Prismas cuadrados como módulos o células espaciales

La estructura se hace un poco más compleja si el módulo o la célula espacial continente no es un cubo de tres dimensiones iguales. Hemos ilustrado como ejemplo un prisma cuadrado, para ver de cuántas maneras pueden unirse dos o más de estas unidades.

Ciertamente podemos poner una sobre la otra, con un contacto entre caras (fig. 250).

Podemos poner una sobre otra sin alinear sus filos (fig. 251).

Los dos prismas pueden ser orientados en diferentes direcciones (fig. 252).

Pueden tener un contacto de filo a filo (fig. 253).

Tres prismas pueden formar figuras más complicadas (fig. 254).

Cuatro dan mayores posibilidades de combinaciones interesantes (fig. 255).

Una vez que se establece la relación entre dos o más prismas, la figura resultante puede ser repetida en una estructura de repetición.

Módulo o célula espacial en forma de L

El prisma cuadrado básico que hemos visto puede estar compuesto por dos cubos. Con tres cubos se hace una figura básica de L, que tiene un ángulo recto y dos brazos que apuntan hacia direcciones diferentes.

Con un módulo o célula espacial en forma de L, las posibilidades de construcción pueden ser un desafío (fig. 256).

Primero podemos estudiar la figura de L como si fuera una figura lisa, para ver cómo dos o más figuras de L se combinan en la formación de figuras nuevas (fig. 257).

Después podemos usar dos o más figuras tri-dimensionales de L, para crear nuevas figuras que son verdaderamente de carácter tri-dimensional (fig. 258).

También aquí, la nueva figura podrá ser repetida en una estructura de repetición.

Módulos en una estructura de repetición

Casi todos los módulos son mucho más complicados que el cubo simple, que el prisma cuadrado o aun que la figura L. Al organizar los módulos en una estructura de repetición, deben anotarse los siguientes puntos:

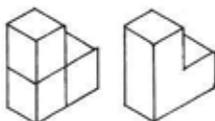
a) Los módulos no pueden flotar en el espacio y deben ser sujetados debidamente. No puede ignorarse la influencia de la gravedad.

b) Debe considerarse la resistencia de la estructura.

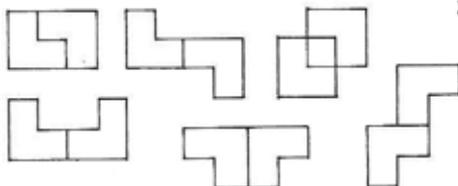
c) La visión frontal no debe quedar enfatizada a costa de olvidar las de otros ángulos.

d) Los módulos pueden trabarse o interpenetrarse entre sí. El espacio existente entre los módulos de una capa puede ser ocupado por los módulos de la capa vecina. La concavidad y la convexidad pueden complementarse entre sí (fig. 259).

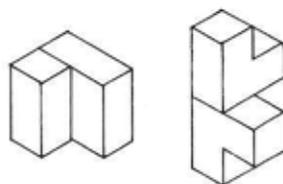
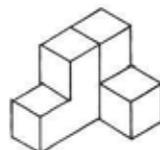
256



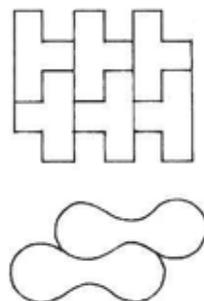
257

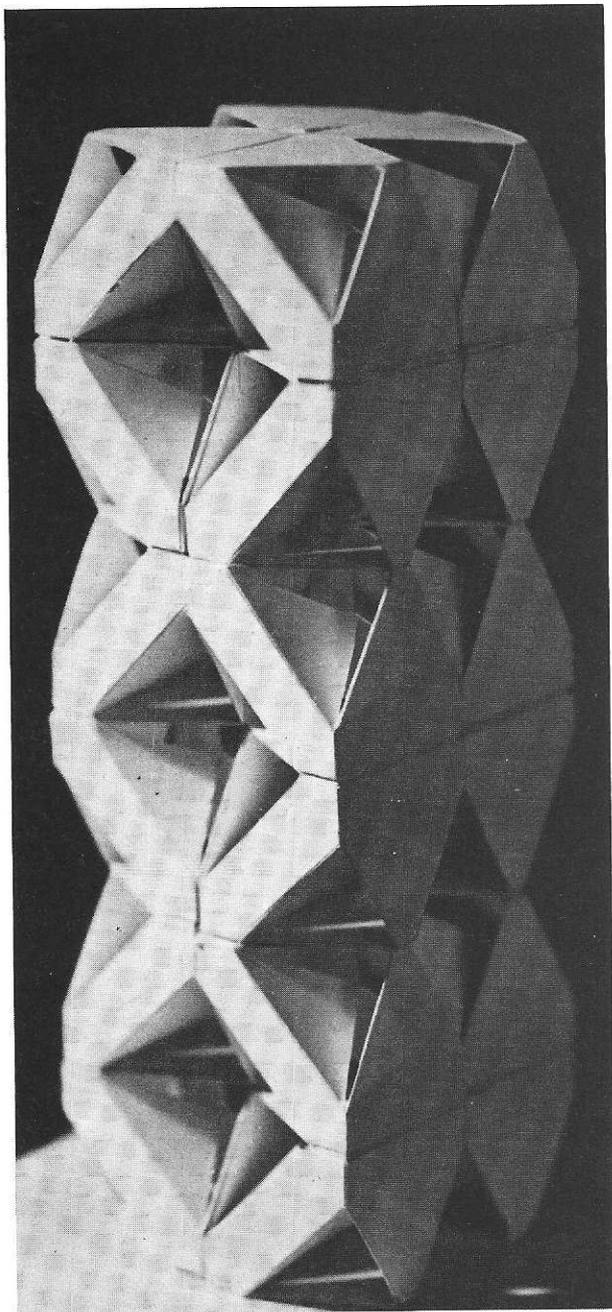


258



259

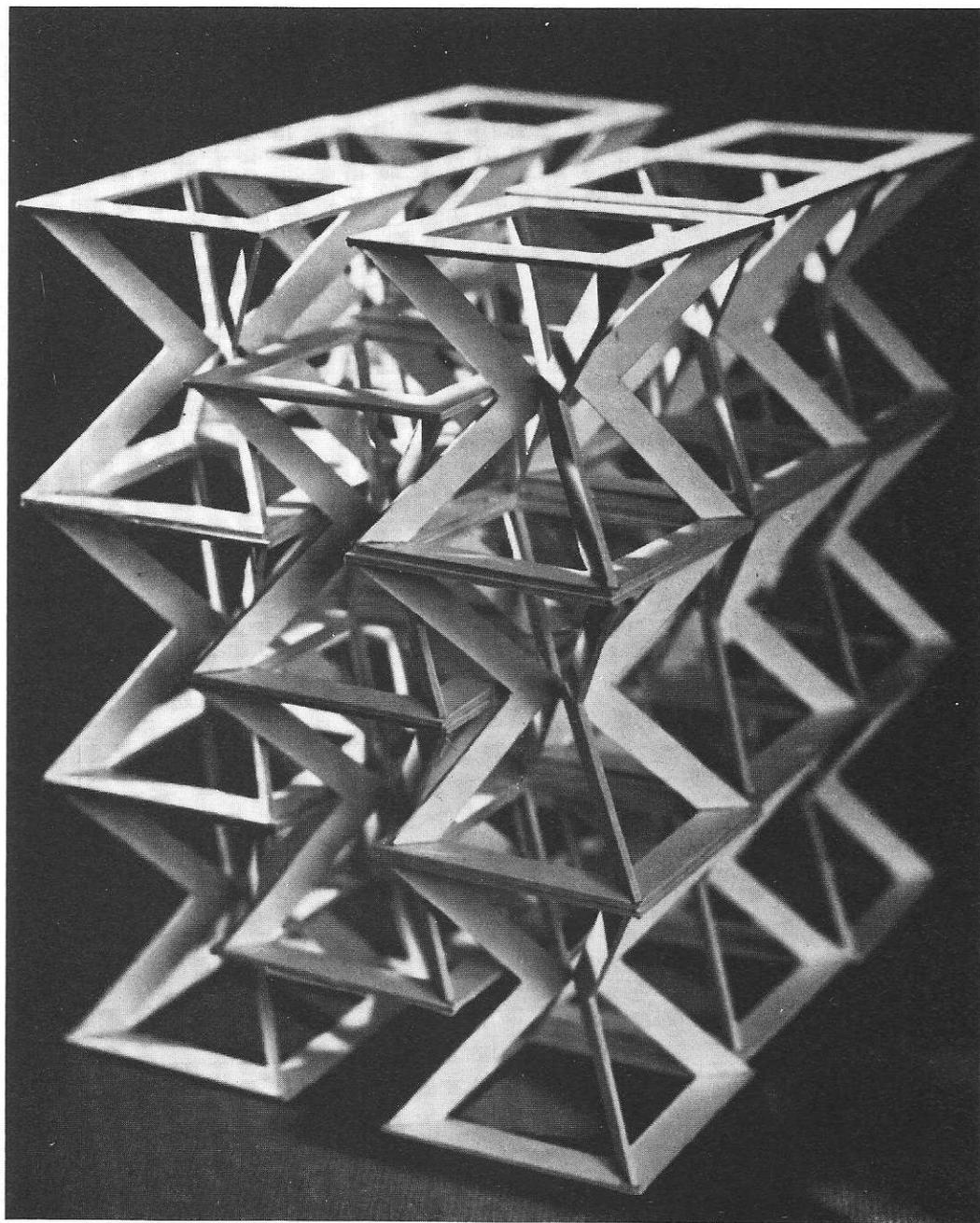




Las figuras 260 a 267 ilustran la repetición de módulos (incluyendo todos los elementos visuales) en una estructura de repetición.

Figura 260. Hay seis capas horizontales, cada una de las cuales contiene cuatro módulos. Cada módulo ha sido desarrollado a partir de un cubo.

Figura 261. Los módulos de este diseño también han sido desarrollados a partir de un cubo. Cada módulo tiene un cuadrado arriba y abajo, pero una cintura muy estrecha. Hay tres capas verticales, y es interesante señalar cómo la central ha sido ajustada en el espacio negativo que dejan las de izquierda y derecha.



262

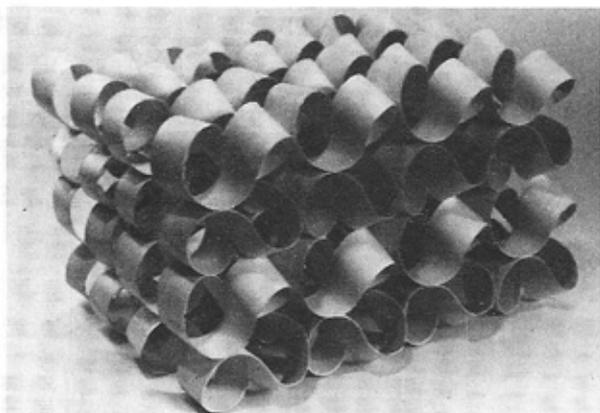


Figura 262. Este diseño se compone de cuatro capas horizontales. Cada módulo ha sido hecho con una tira de cartón delgado, que en los extremos se separa en dos bandas angostas. En cada extremo, las bandas se enrollan y unen. La figura final se asemeja a un número 8 puesto de costado.

263

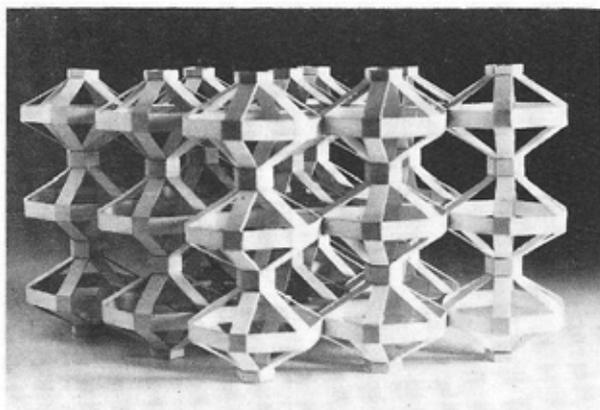


Figura 263. La visión plana de cada módulo es un hexágono. La visión lateral es un rombo. Los módulos se unen entre sí por los vértices, que no son aguzados sino achatados. Hay tres capas horizontales, con nueve módulos en cada una.

264

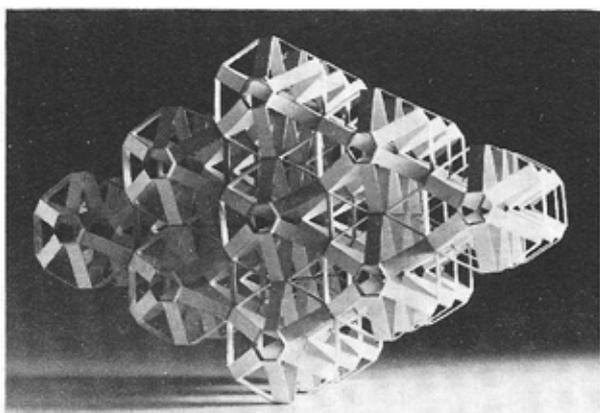
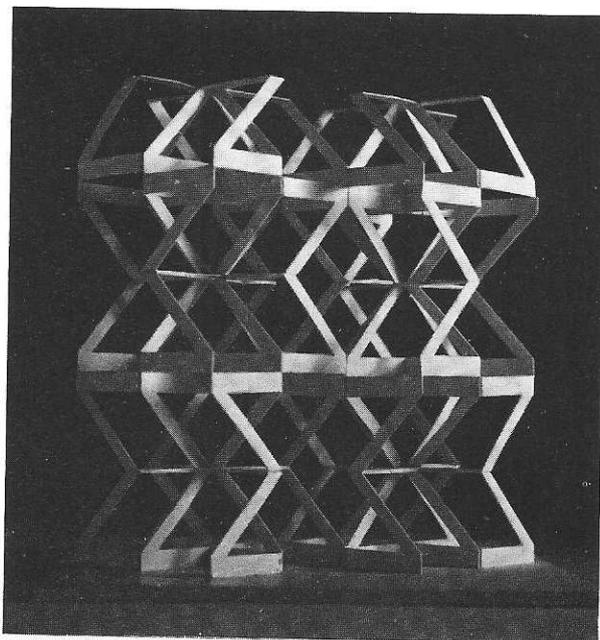


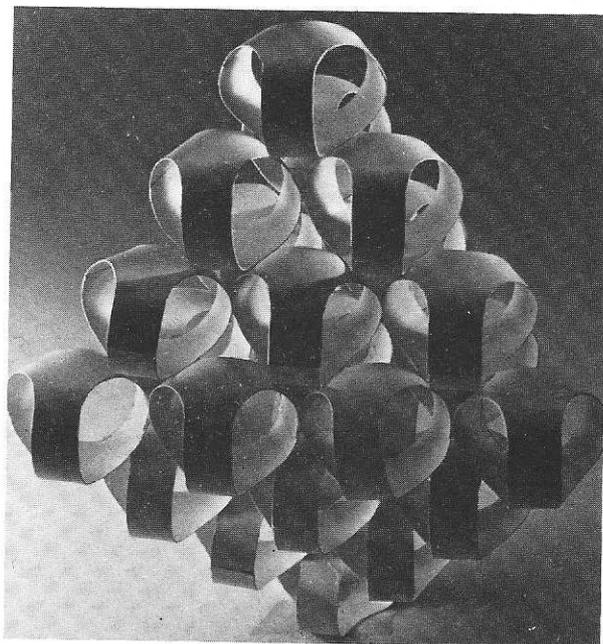
Figura 264. Otro ángulo de la figura 263. La visión desde arriba es ahora la lateral.

Figura 265. El módulo se asemeja aquí a la letra X o a la Z, y deriva de un cubo hueco, con planos laterales parcialmente cortados y eliminados. En el conjunto hay cinco capas horizontales.

Figura 266. Un plano chato en forma de Y ha sido usado para la construcción del módulo esférico. Para conseguirlo, los tres brazos de la Y se curvan y unen entre sí. El diseño ha sido construido con siete capas horizontales, pero la cantidad de módulos para cada capa está en gradación.



265



266

267

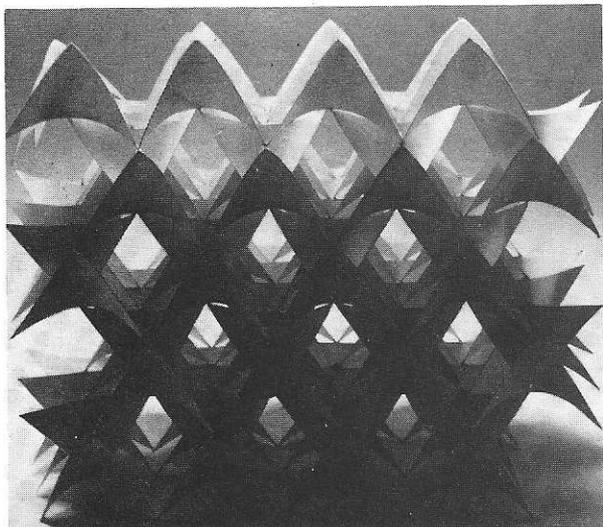
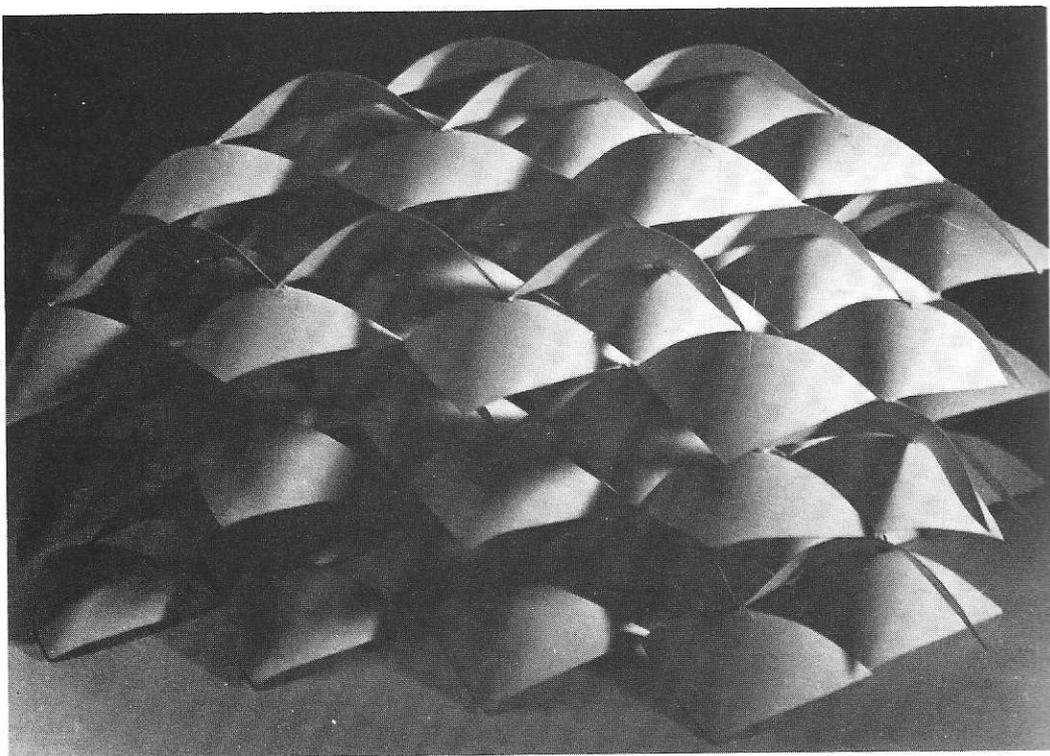


Figura 267. El módulo de este diseño es notablemente simple. Es una pieza triangular que ha sido ligeramente combada. La unión fue hecha por contacto vértice a vértice, o vértice a cara. La estructura puede ser bastante frágil, pero da al diseño un efecto atractivamente delicado.

Figura 268. Este es un ángulo diferente de la figura 267.

268



6. Estructuras poliédricas

Los sólidos platónicos

Los poliedros son figuras fascinantes, que pueden ser adoptadas como estructuras básicas en el diseño tri-dimensional. Entre ellos hay cinco sólidos geométricos, fundamentales y regulares, que son de primordial importancia. Como grupo se los conoce con el nombre de sólidos platónicos e incluyen el tetraedro (cuatro caras), el cubo (seis caras), el octaedro (ocho caras), el dodecaedro (doce caras) y el icosaedro (veinte caras). Cada uno de ellos está construido de caras regulares, todas iguales, y sus vértices son ángulos poliédricos regulares.

El tetraedro contiene cuatro caras, cuatro vértices y seis filos. Cada cara es un triángulo equilátero (fig. 269).

Si descansa sobre una de sus caras, la visión frontal es un triángulo equilátero. Si descansa sobre uno de sus filos, de una manera bastante inestable, su visión frontal es, inesperadamente, un cuadrado (fig. 270).

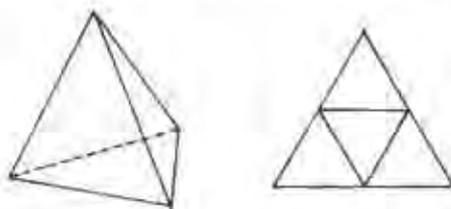
El tetraedro es el más simple de los sólidos platónicos, pero es la estructura más fuerte que puede construir el hombre.

El cubo es la figura más conocida entre los sólidos platónicos. Lo hemos mencionado frecuentemente, desde el comienzo de este libro. Contiene las tres direcciones primarias y es indispensable para establecer las tres visiones básicas (véase capítulo 1, segunda parte).

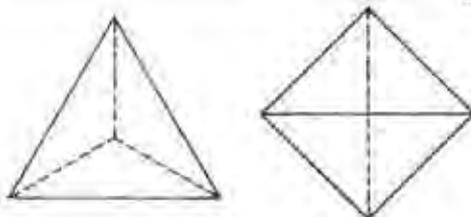
En un cubo hay seis caras, ocho vértices y doce filos. Cada cara es un cuadrado. Todos los ángulos son rectos (fig. 271).

Si descansa sobre una de sus bases, la visión frontal es la de un cuadrado. Si descansa sobre uno de sus vértices, la visión frontal es un hexágono regular (seis lados) (fig. 272).

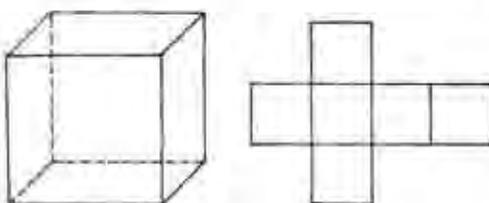
269



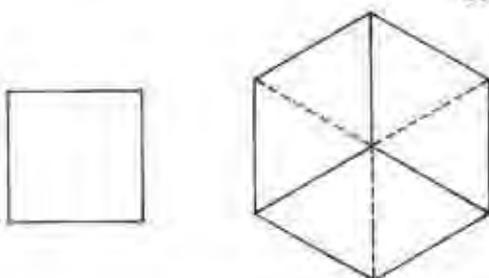
270



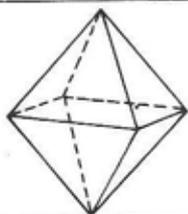
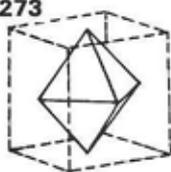
271



272

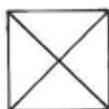
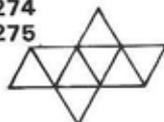


273

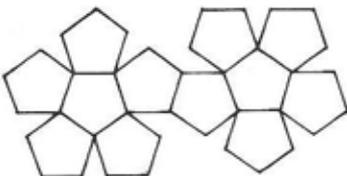
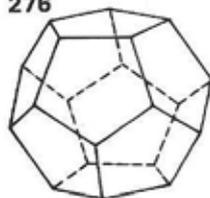


274

275

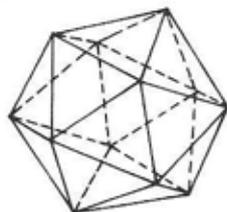
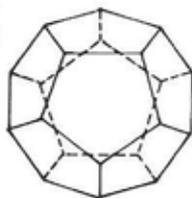


276

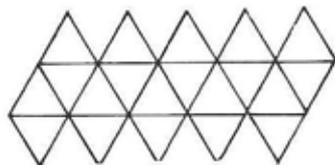


277

278



279



280



El octaedro es la duplicación de un cubo. Esto significa que para formar un octaedro, cada vértice del cubo es reemplazado por una cara del octaedro, y cada cara del cubo por un vértice del octaedro (fig. 273).

Un octaedro tiene ocho caras, seis vértices y doce filos. Cada cara es un triángulo equilátero (fig. 274).

Si descansa sobre uno de sus vértices, la visión frontal es la de un cuadrado. Si descansa sobre una de sus caras, la visión frontal es la de un hexágono (seis lados) (fig. 275).

El *dodecaedro* se compone de pentágonos regulares (de cinco lados). Tiene doce caras, veinte vértices y treinta filos (fig. 276).

Si descansa sobre una de sus caras, la visión plana es la de un decaedro regular (diez lados) (fig. 277).

El *icosaedro* es el duplicado del dodecaedro. Tiene veinte caras, doce vértices y treinta filos (fig. 278).

Cada cara es un triángulo equilátero, como ocurre con el tetraedro y el octaedro (fig. 279).

Si descansa sobre uno de sus vértices, la visión frontal es la de un decágono regular (diez lados) (fig. 280).

Los sólidos de Arquímedes

Además de los cinco sólidos platónicos, que son poliedros completamente regulares, hay una cantidad de poliedros irregulares que se conocen como sólidos de Arquímedes. Estos poliedros irregulares están contruidos asimismo de polígonos regulares. La diferencia entre los sólidos platónicos y los de Arquímedes es que cada sólido platónico se compone de un solo tipo de polígono regular, mientras cada sólido de Arquímedes se compone de más de un tipo de polígono regular.

En total hay trece sólidos de Arquímedes, pero aquí sólo presentamos los más simples e interesantes.

El *cubo-octaedro* contiene catorce caras, doce vértices y veinticuatro filos (fig. 281).

De las catorce caras, ocho son triángulos equiláteros y seis son cuadrados (fig. 282).

Si descansa sobre una de las caras triangulares, la visión frontal es la de un hexágono (seis caras) (fig. 283).

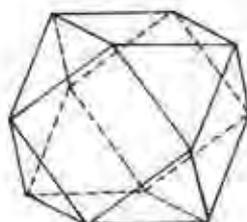
El *octaedro truncado* es el que contiene catorce caras, veinticuatro vértices y treinta y seis filos (fig. 284).

Se obtiene cortando los seis vértices de un octaedro y sustituyéndolos por seis caras cuadradas.

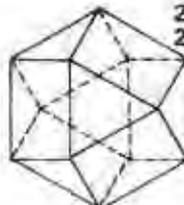
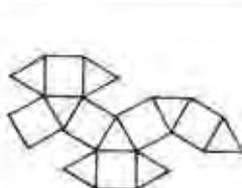
De las catorce caras, ocho son hexágonos regulares y seis son cuadrados (fig. 285).

Si descansa sobre una de las caras hexagonales, la visión plana es la de un dodecágono (doce lados) con lados adyacentes desiguales. Si descansa sobre una de las caras cuadradas, la visión plana es la de un octágono (ocho lados) con lados adyacentes desiguales (fig. 286).

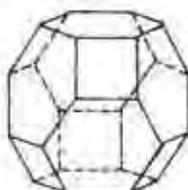
281



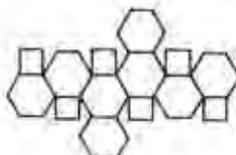
282
283



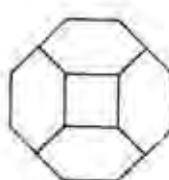
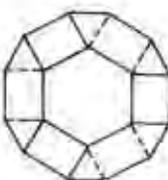
284



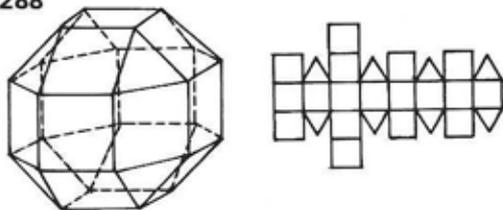
285



286



287
288

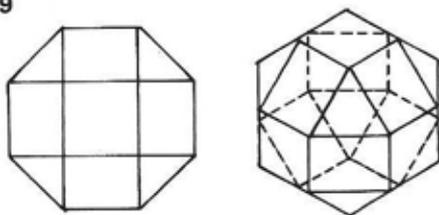


El *rombi-cubo-octaedro*, o pequeño *rombi-cubo-octaedro*, para distinguirlo del grande, que se describe después, es un sólido que contiene veintiséis caras, veinticuatro vértices y cuarenta y ocho filos (fig. 287).

De las veintiséis caras, ocho son triángulos equiláteros y dieciocho son cuadrados (fig. 288).

Si descansa sobre una de las caras cuadradas, la visión plana es un octágono regular (ocho lados). Si descansa sobre una de las caras triangulares, la visión plana es la de un hexágono regular (seis lados) (fig. 289).

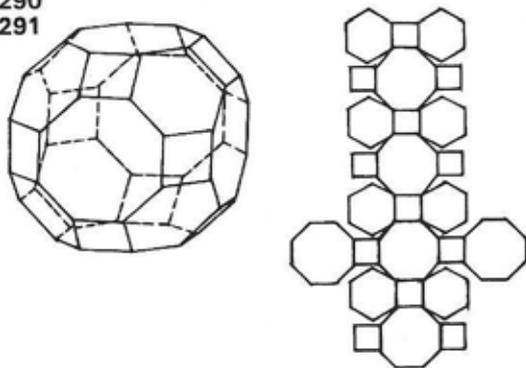
289



El gran *rombi-cubo-octaedro* (o *cubo-octaedro truncado*) contiene veintiséis caras, cuarenta y ocho vértices y setenta y dos filos (fig. 290).

De las veintiséis caras, doce son cuadrados, ocho son hexágonos regulares (seis lados) y seis son octágonos regulares (ocho caras) (figura 291).

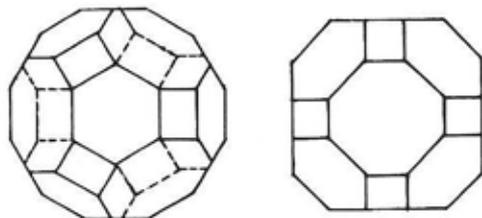
290
291



Si descansa sobre una de las caras hexagonales, la visión plana es la de un dodecágono regular (doce lados). Si descansa sobre una de las caras octogonales, la visión plana es la de un octágono (ocho lados), con lados adyacentes desiguales (fig. 292).

Se pueden desarrollar diseños interesantes a partir de cualquiera de los poliedros. Todos aportan la estructura básica para el tratamiento de las caras, el tratamiento de los filos y el tratamiento de los vértices.

292



Tratamiento de las caras

Si el poliedro ha sido construido hueco, el tratamiento más simple para las caras es agregar figuras negativas en algunas o todas las caras, revelando el espacio vacío interior (fig. 293).

Cada cara lisa completa del poliedro puede ser reemplazada por una figura piraminal invertida o proyectada, construida de planos unidos o trabados. De esta manera, la apariencia externa del poliedro puede ser transformada en una figura poliédrica estrellada (fig. 294).

Pueden agregarse figuras separadamente construidas a las caras del poliedro (fig. 295).

Tratamiento de los fillos

A lo largo de los fillos de un poliedro, pueden agregarse o sustraerse figuras. Cuando se sustraen, las caras quedan también afectadas, porque no podemos quitar nada de un fillo sin quitar una parte de las caras adyacentes (fig. 296).

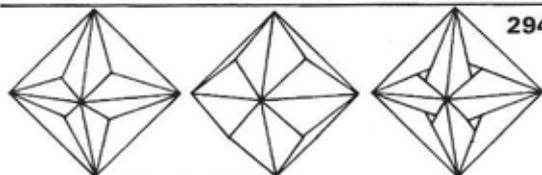
Los fillos rectos de un poliedro pueden hacerse curvilíneos o torcidos. Esto provocará que las caras lisas se hagan convexas o cóncavas, de acuerdo con las nuevas figuras de los fillos (fig. 297).

Cada fillo de una sola línea puede ser reemplazado por fillos dobles o de más líneas, y esto conducirá a la creación de nuevas caras (fig. 298).

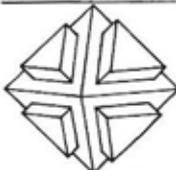
La trabazón de los planos de las caras a lo largo de los fillos puede hacerse de variadas maneras (fig. 299).



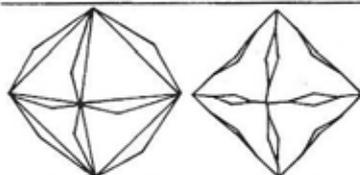
293



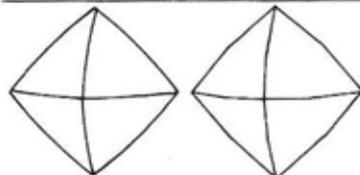
294



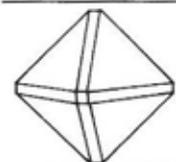
295



296



297

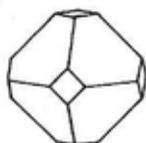


298

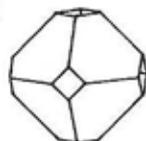


299

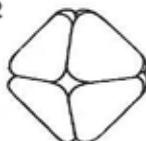
300



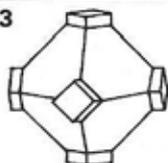
301



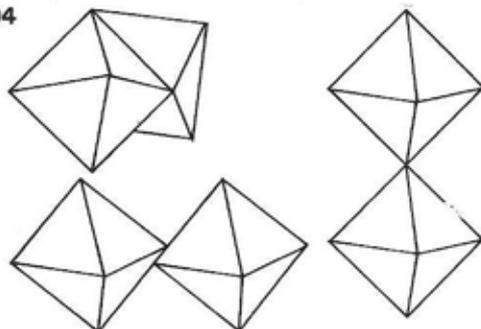
302



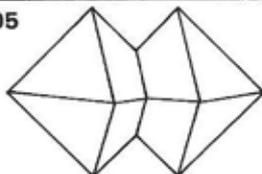
303



304



305



Tratamiento de los vértices

El tratamiento de los vértices afecta normalmente a todas las caras que se unen en el punto de ese vértice. Una forma de tratarlos es por truncamiento, lo que supone que los vértices son cortados y que se forman nuevas caras en las zonas cortadas. El truncamiento conduce habitualmente a la creación de una nueva figura poliédrica. Ya hemos descrito el octaedro truncado entre los sólidos de Arquímedes. Sin embargo, el poliedro que aquí se ilustra no es uno de los sólidos de Arquímedes, porque las caras triangulares no han sido transformadas por truncamiento en hexágonos regulares (fig. 301).

Si el poliedro es hueco, el truncamiento deja ver un agujero en cada vértice. Tales agujeros pueden ser especialmente truncados, para que sus bordes no sean simples líneas rectas (fig. 302).

Pueden formarse figuras adicionales en los vértices (fig. 303).

Unión de figuras poliédricas

Para una estructura más complicada, dos o más figuras poliédricas de igual o diferente diseño pueden ser unidas por contacto de cara, de filo o de vértice (fig. 304).

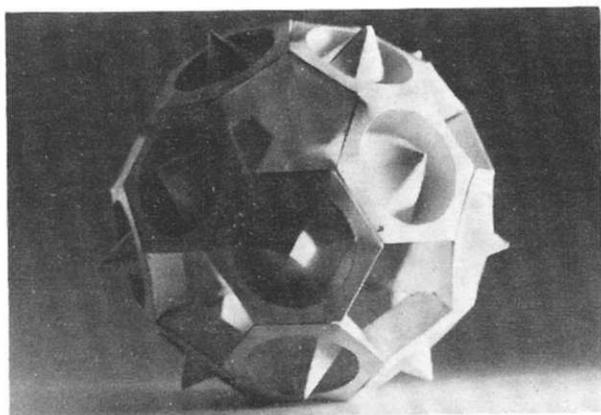
Para una mayor resistencia estructural, o por razones de diseño, los vértices pueden ser truncados al hacer contacto entre vértices, los filos pueden ser achatados para el contacto entre filos, o el volumen de una figura poliédrica puede ser penetrado al volumen de otra (fig. 305).

Las figuras 306 a 320 ilustran poliedros con diversos tratamientos de superficie. Algunos de los proyectos muestran el uso de poliedros como módulos.

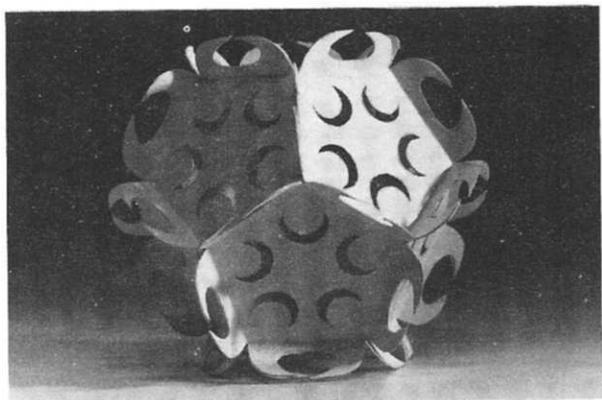
Figura 306. La estructura es un icosaedro. Todos los vértices han sido truncados, y en lugar de ellos hay agujeros pentagonales. Cada una de las caras triangulares es ahora un hexágono regular, en el que se han construido un círculo hundido y una figura piramidal que surge.

Figura 307. Este es un dodecaedro con tratamientos simples en filos y caras, que no transforman la figura original de la estructura.

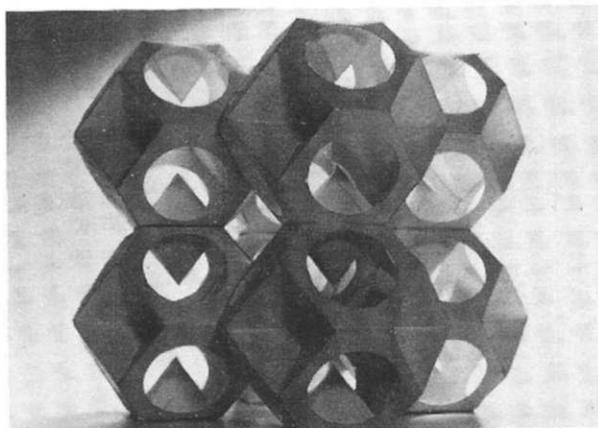
Figura 308. Para este diseño se han utilizado ocho octaedros. A cada uno se le ha hecho un tratamiento de cara y de vértice. El tratamiento de las caras es simple: se han cortado círculos negativos en todas las caras. El de los vértices es complejo: se han invertido los ángulos de los vértices y así el octaedro parece truncado.



306



307



308

309

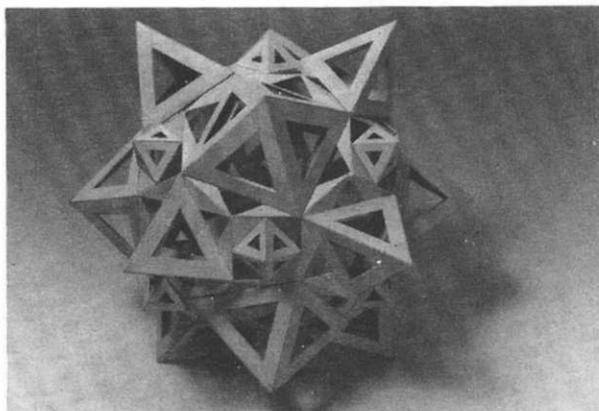


Figura 309. La estructura de este complicado diseño es la de un rombicubo-octaedro, que se compone de caras octogonales, hexagonales y cuadradas. Se han cortado figuras negativas en todas las caras y se han agregado figuras de tetraedro y semioctaedro.

310

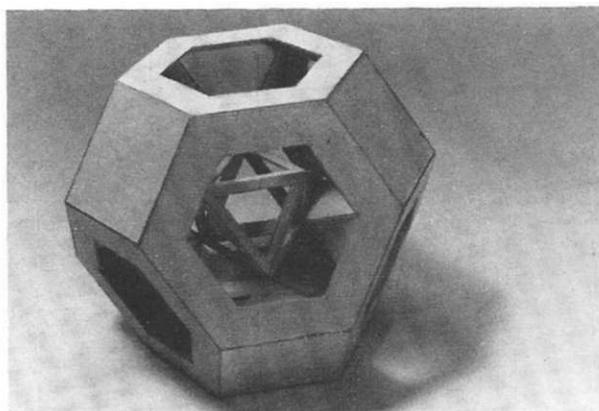


Figura 310. Se ha hecho una figura hexagonal negativa en cada una de las caras hexagonales de un octaedro truncado, y a través de ellas se puede ver una interesante figura interior poliédrica. Es un octaedro lineal, apoyado en la parte interior de las caras, con pirámides cuadradas y hexagonales que apuntan hacia adentro.

311

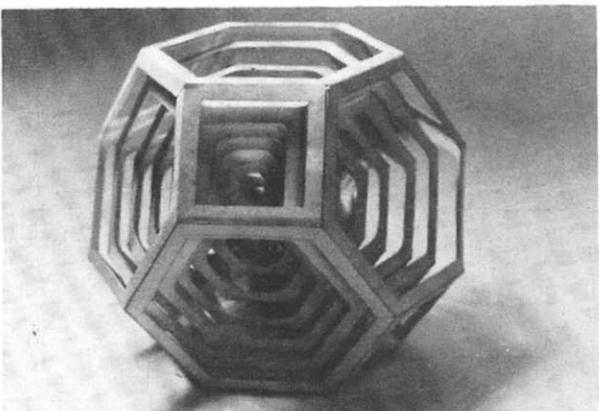
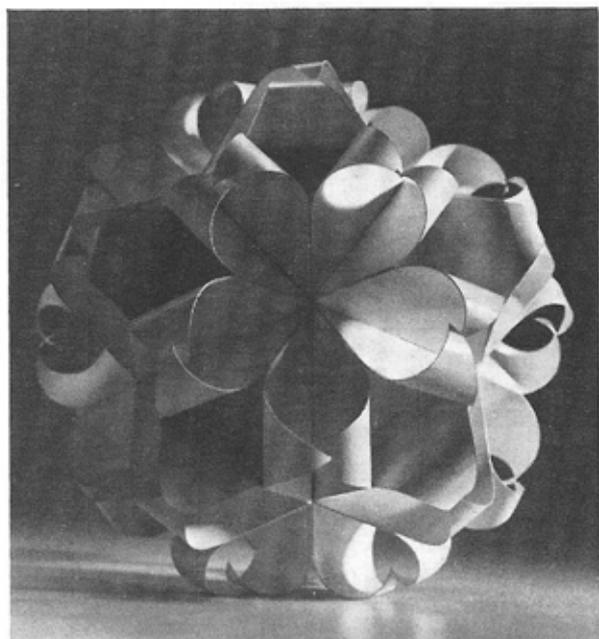


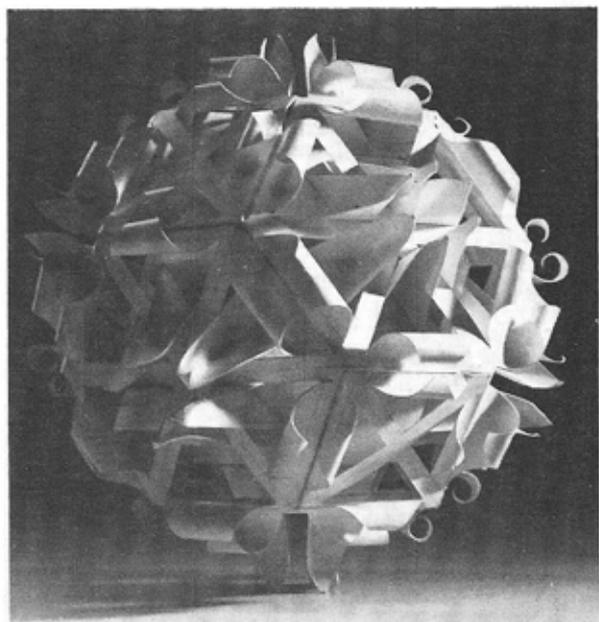
Figura 311. La estructura de este diseño es también el octaedro truncado. Todas las caras han sido recortadas junto a los fillos, revelando dentro seis capas de la misma figura, con gradación de tamaño.

Figura 312. El tratamiento de las caras ha producido mucha transformación en este icosaedro. Cada cara ha sido reemplazada por un tetraedro saliente, cuyos vértices han sido abiertos, retorciendo los planos exteriores y revelando el espacio interior.

Figura 313. Igual que las figuras 310 y 311, este diseño sumamente complejo ha sido elaborado sobre un octaedro truncado. Cada cara hexagonal fue dividida en seis secciones triangulares y cada cara cuadrada en cuatro secciones triangulares, todas ellas con figuras cortadas y retorcidas. De las secciones de las caras hexagonales se proyectan otras figuras adicionales.



312



313

314

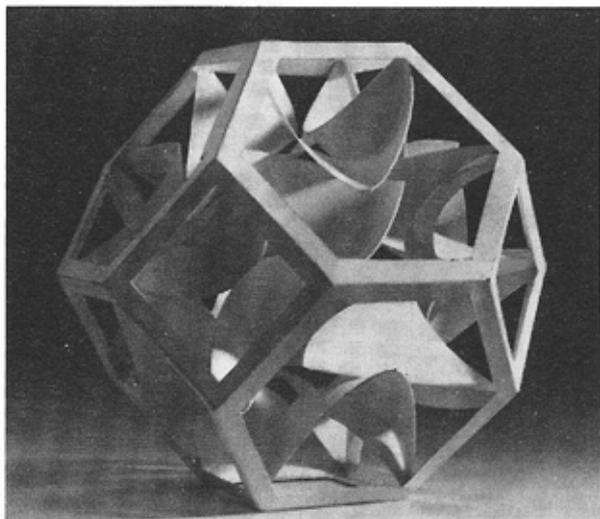


Figura 314. Ha sido cortada la mayor parte de las caras del octaedro truncado. La actividad mayor del diseño se sitúa dentro del marco poliédrico.

Figura 315. Se han usado doce cubos truncados para componer este diseño. Cada cara de los cubos contiene una figura circular negativa que contrasta visualmente con los agujeros triangulares que se forman en los vértices truncados.

315

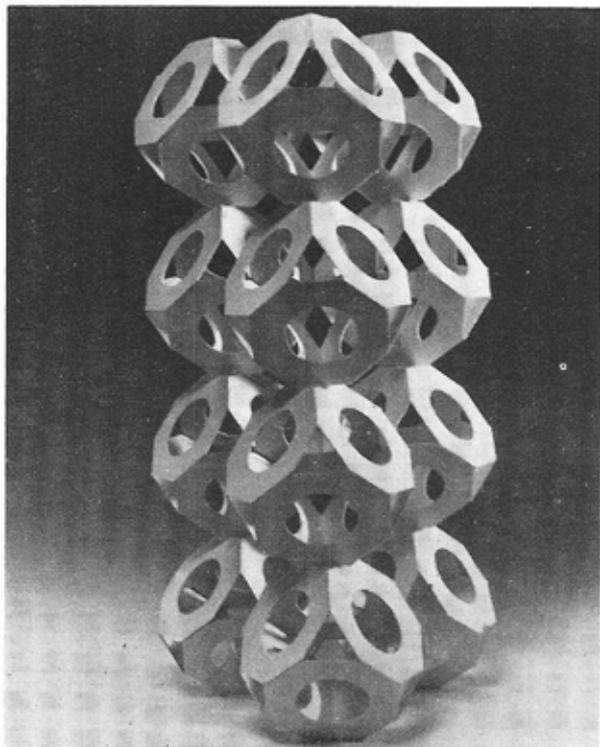
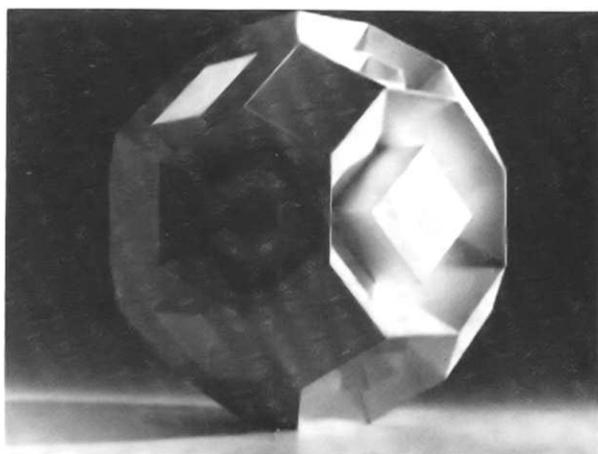


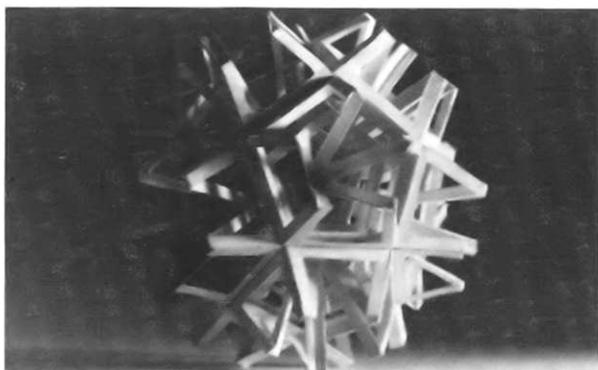
Figura 316. Aquí las caras del gran rombo-cubo-octaedro han sido tratadas con figuras que se proyectan tanto hacia adentro como hacia afuera.

Figura 317. Un dodecaedro fue utilizado como estructura básica de este diseño. En cada una de las caras pentagonales se ha construido una pirámide pentagonal, pero todas las caras han sido recortadas hasta los filos. El vértice de la pirámide, en lugar de proyectarse hacia afuera, es empujado hacia adentro. El resultado es un complicado diseño, compuesto enteramente por elementos lineales.

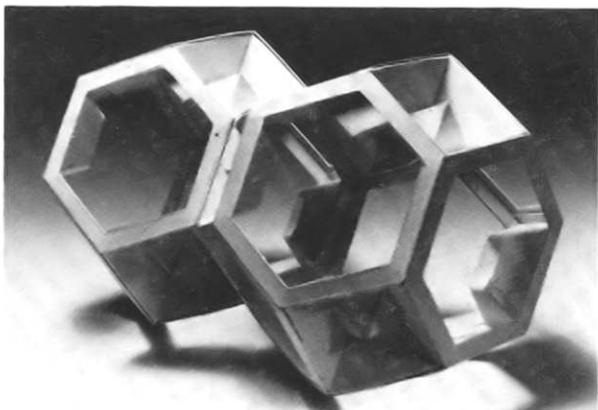
Figura 318. Este diseño se compone de dos octaedros truncados, cada uno de los cuales muestra un juego de figuras negativas y de formas cóncavas y convexas.



316



317



318

319

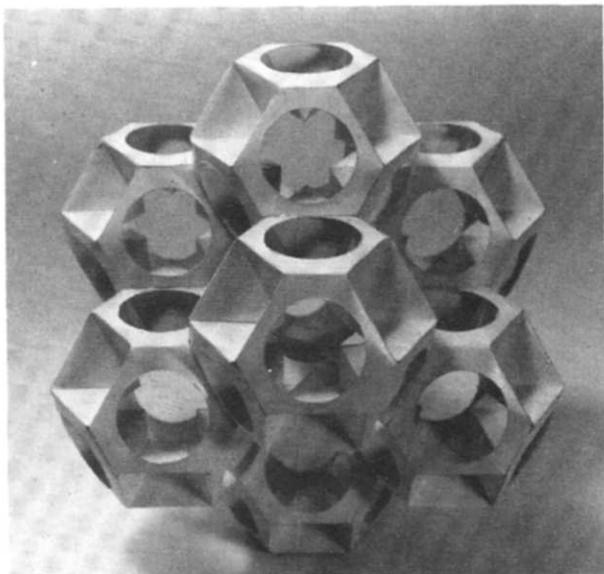
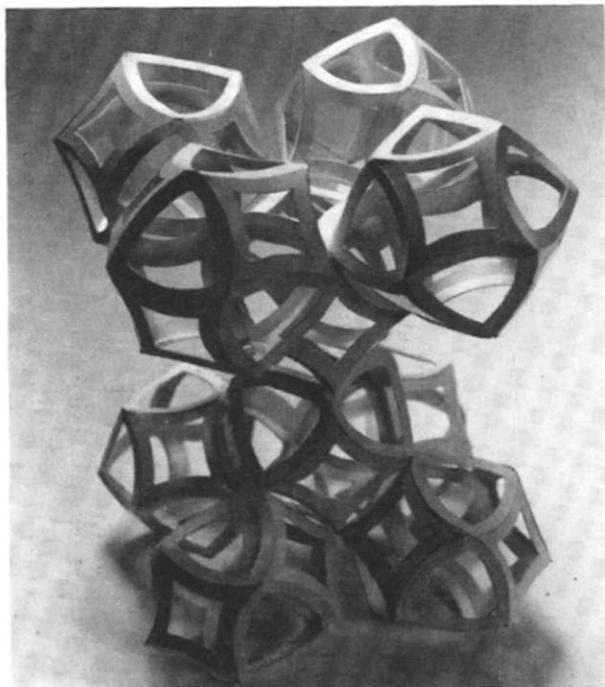


Figura 319. En este diseño hay ocho octaedros truncados. Cada uno contiene vértices invertidos y figuras negativas.

Figura 320. Esta se compone de diez cubo-octaedros, cada uno de ellos con filos curvos y caras abiertas. El efecto es muy similar al de una estructura lineal, sin ninguna línea recta.

320



7. Planos triangulares

En el capítulo anterior vimos que tres de los cinco sólidos platónicos, el tetraedro, el octaedro y el icosaedro, se componen de planos triangulares. Los planos triangulares son asimismo usados para la construcción de figuras piramidales, que se proyectan desde o penetran en las caras de cualquier poliedro. Por lo tanto, los planos triangulares son de considerable importancia en el diseño tri-dimensional y no pueden ser ignorados.

Triángulos equiláteros

Para explorar las posibilidades de construcción con planos triangulares, podemos utilizar una tira estrecha de cartón delgado y dividirla en una serie de triángulos equiláteros (fig. 322).

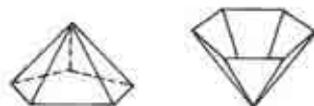
Cortando un triángulo de esa tira, tendremos un plano liso, con tres lados iguales y tres ángulos de sesenta grados (fig. 323).

Dos triángulos reunidos pueden ser doblados en cualquier ángulo que se desee. Esto puede constituir una figura tri-dimensional que se sostiene erguida (fig. 324).

Con tres triángulos unidos se puede formar un tetraedro al cual faltaría una de sus caras (fig. 325).

Con cuatro triángulos unidos se hace un tetraedro completo (fig. 326).

Con cinco triángulos unidos se hace un doble tetraedro al que le falta una cara (fig. 327).



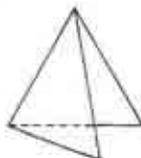
321



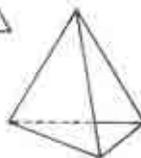
322



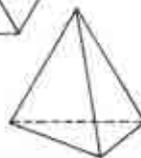
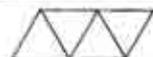
323



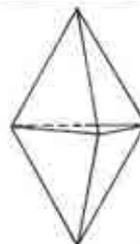
324



325



326

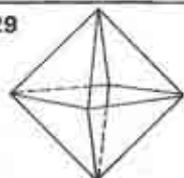


327

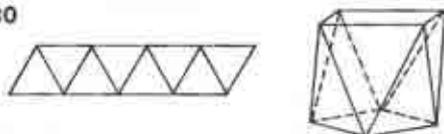
328



329



330



331



332



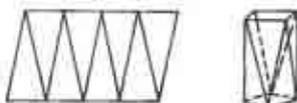
333



334



335



Con seis triángulos unidos se hace un doble tetraedro completo (fig. 328).

Con ellos se puede hacer también un octaedro al que faltan dos caras (fig. 329).

Ocho triángulos unidos pueden componer una figura prismática, con un cuadrado vacío arriba y un cuadrado vacío abajo. Los dos cuadrados vacíos son del mismo tamaño, pero de distintas direcciones (fig. 330).

Triángulos isósceles

Los triángulos equiláteros pueden ser alargados para formar triángulos estrechos y altos, en los que dos lados son iguales (fig. 331).

Cuatro de estos triángulos pueden unirse para formar un tetraedro muy distorsionado, que también puede ser descrito como un prisma con dos extremos en cuña (fig. 332).

Cinco triángulos unidos pueden componer un prisma con una figura triangular abierta en un extremo y una figura de cuña en la otra (fig. 333).

Seis triángulos unidos pueden componer un prisma con una figura triangular abierta en cada extremo (fig. 334).

Ocho triángulos unidos pueden componer un prisma con extremos cuadrados abiertos (fig. 335).

Otros ejemplos que utilizan los prismas formados por triángulos isósceles pueden ser vistos en el capítulo 4 de esta parte, donde la figura 226 contiene prismas hechos con cuatro triángulos reunidos y la figura 227 contiene prismas hechos con seis triángulos reunidos.

Triángulos irregulares

Tal como una tira estrecha de cartón delgado puede ser dividida en triángulos equiláteros o en isósceles, cabe dividirla en una cantidad de triángulos con lados desiguales (fig. 336).

Con seis u ocho triángulos irregulares, unidos entre sí, podemos construir prismas muy similares a los de figuras 334 y 335, si todos los ángulos de esos triángulos son agudos.

Los triángulos de lados desiguales, con diferentes figuras y tamaños, pueden ser utilizados para construir tetraedros u octaedros irregulares, que pueden convertirse en elementos interesantes de un diseño (fig. 337).

El sistema de octetos

Tal como los cuadrados pueden cubrir completamente un espacio bi-dimensional, sin intervalos entre sí, los cubos pueden hacerlo con un espacio tri-dimensional (fig. 338).

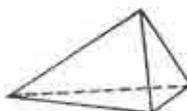
Los triángulos equiláteros pueden cubrir sin intervalos un espacio bi-dimensional, pero los tetraedros no pueden cubrir sin intervalos un espacio tri-dimensional. Con tres octaedros en posición de contacto por sus filos, descubrimos que el espacio que queda vacío acomoda exactamente a un tetraedro (fig. 339).

Por lo tanto, cuando los octaedros y los tetraedros son usados conjuntamente, pueden llenar sin intervalos un espacio tri-dimensional. Esto es conocido como sistema de octetos y puede producir estructuras de asombrosa resistencia que utilizan un mínimo de materiales (fig. 340).

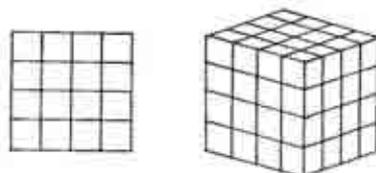
336



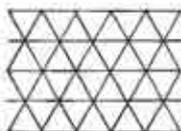
337



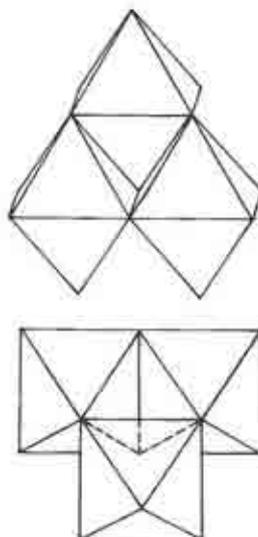
338

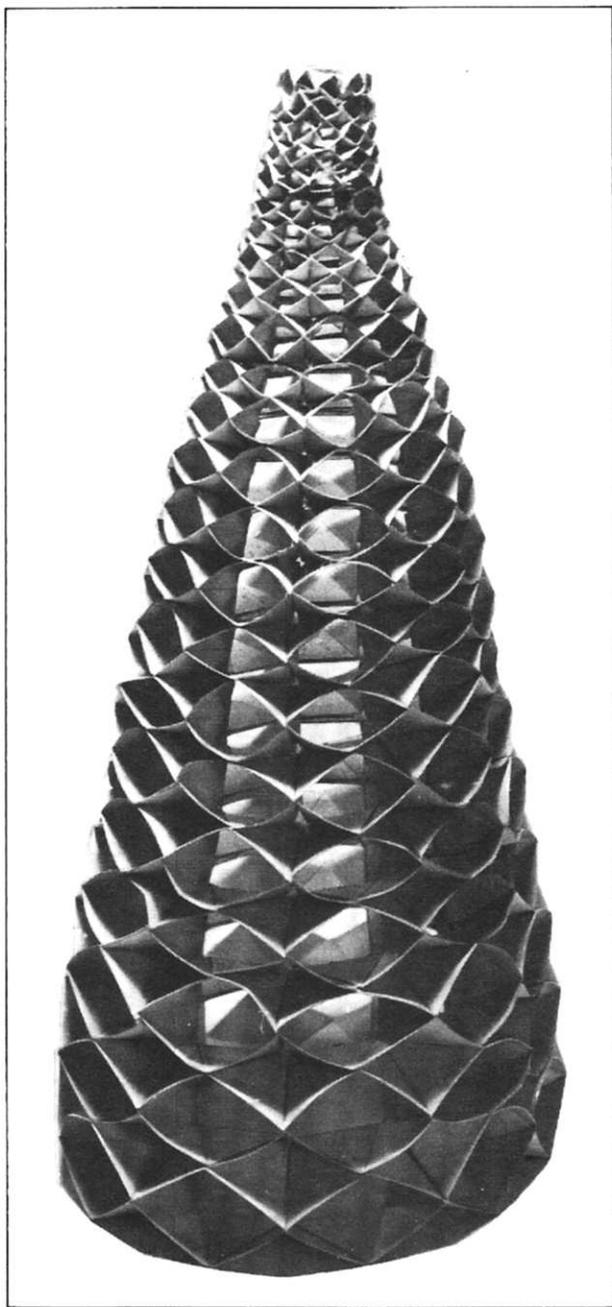


339



340



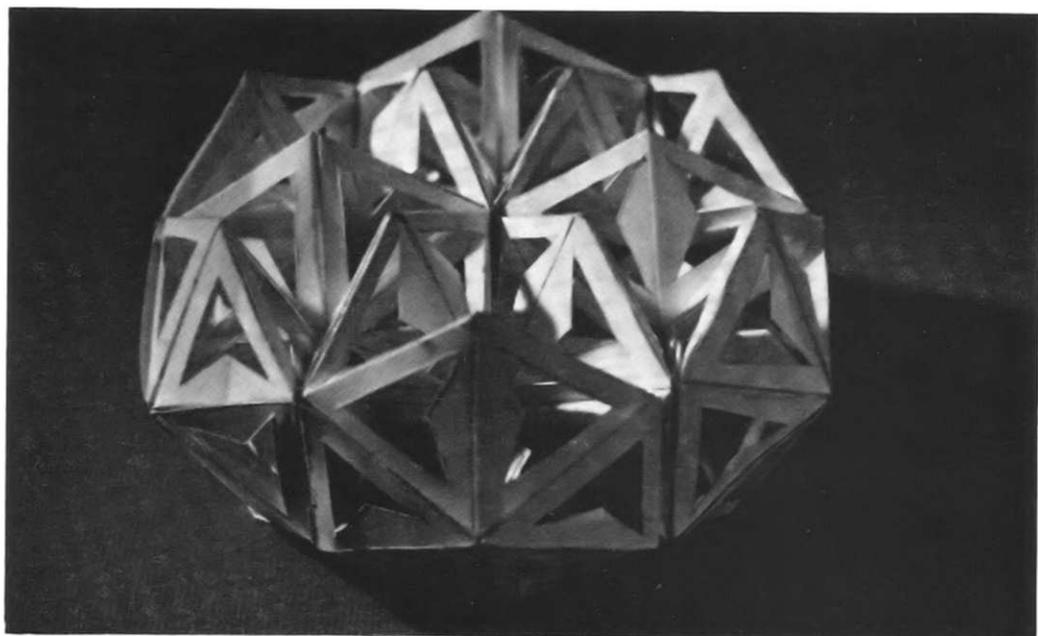


Los planos triangulares ofrecen posibilidades ilimitadas para el diseño. Los tetraedros y octaedros regulares o irregulares, más las figuras piramidales, pueden ser reunidos con efectos inesperados. Las figuras 341 a 349 demuestran algunas de las variadas construcciones que pueden ser creadas con planos triangulares.

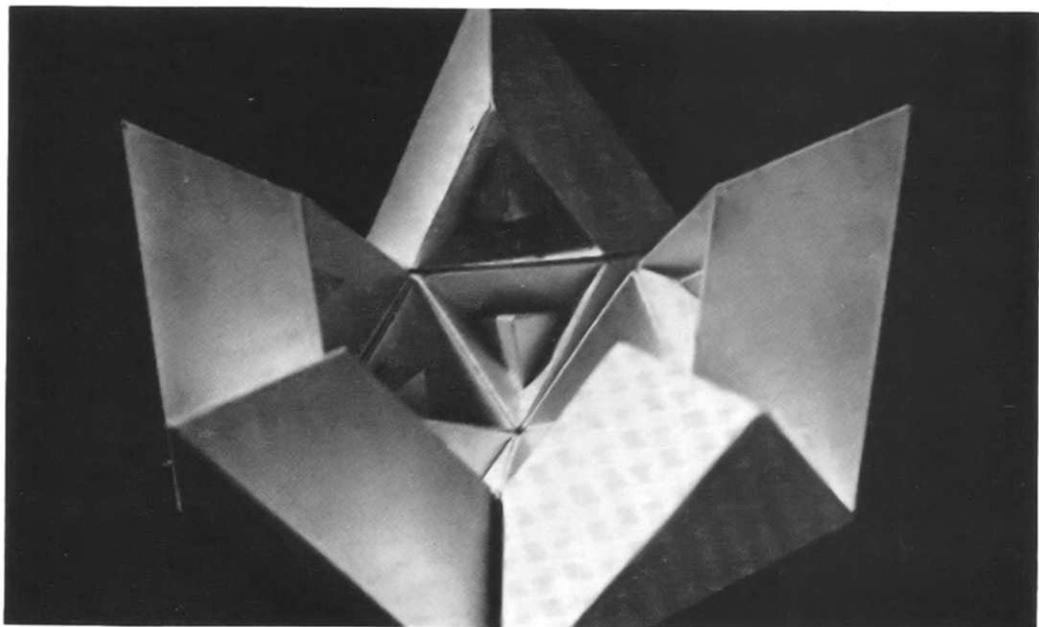
Figura 341. Se han usado ocho triángulos unidos para construir un módulo, que es similar al de la figura 330. Con una cantidad de estos módulos se forma un anillo, que es una capa del diseño. Con capas de una misma construcción pero en tamaños que disminuyen se establece la estructura de este diseño.

Figura 342. Todas las caras del tetraedro utilizado aquí han sido casi recoradas a los bordes. Seis grupos de ellos se han dispuesto en un efecto de radiación.

Figura 343. Se ha utilizado un total de diez tetraedros. Cada uno de ellos tiene sus vértices apuntados hacia adentro y luego hacia afuera, de manera interesante.



342



343

344

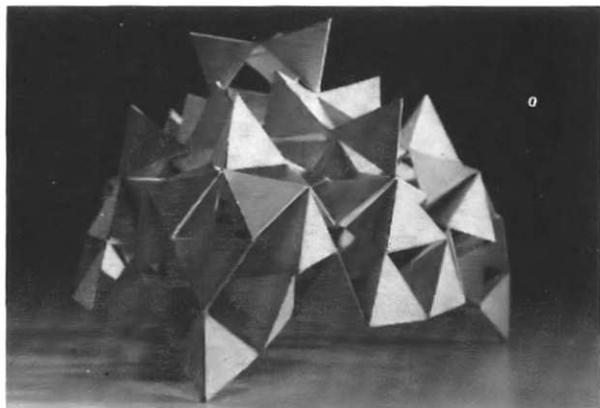


Figura 344. Una cantidad de tetraedros ha sido pegada conjuntamente, en un contacto por vértices. Estructuralmente, esto no es muy resistente, pero la forma da una sensación de apertura, aunque todas las caras de los tetraedros son sólidas.

345

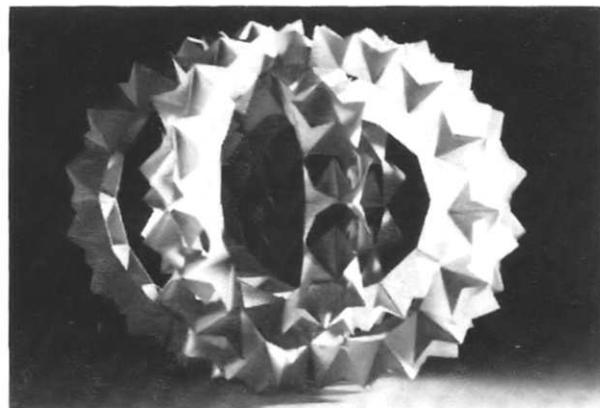


Figura 345. Cada módulo está hecho con diversos planos triangulares. Los módulos están pegados entre sí por contacto de caras, formando un anillo circular que es repetido varias veces en el diseño final.

346

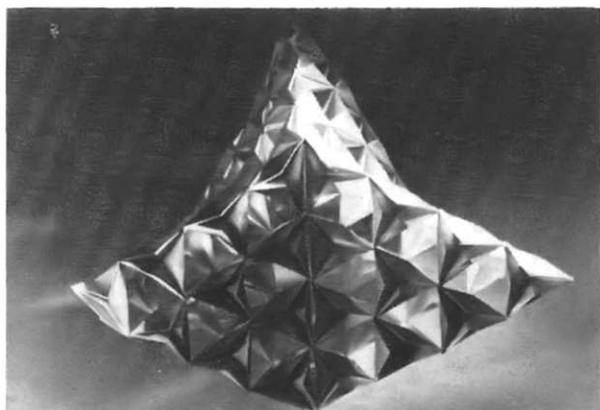
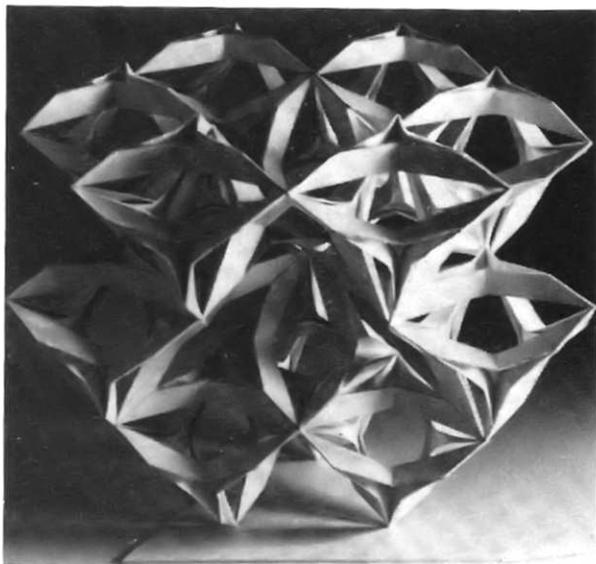


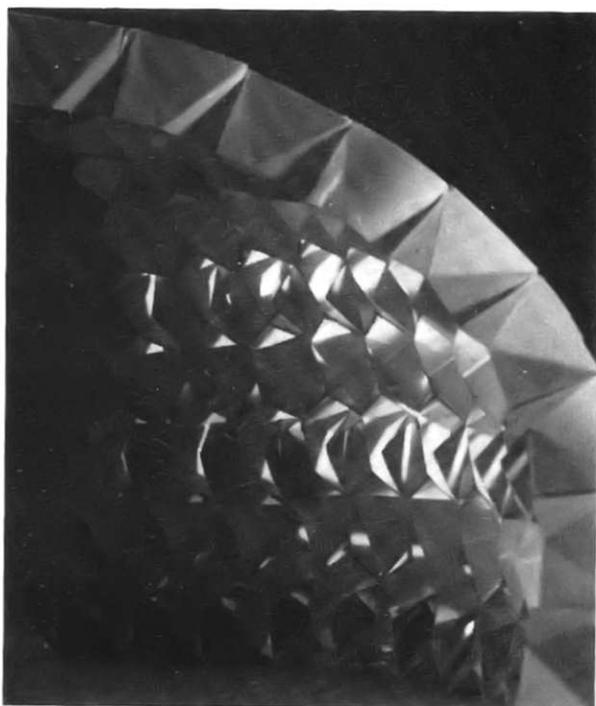
Figura 346. Tres planos triangulares plegados han sido utilizados para construir cada módulo. Veinte módulos, con un contacto por vértices, componen un gran supermódulo tetraédrico, cuatro de los cuales son entonces reunidos en un diseño.

Figura 347. Un elemento del módulo está construido con tres planos triangulares unidos y plegados. Cuatro de estos elementos, en contacto por vértices, componen un módulo, y estos módulos en contacto por vértices forman el diseño.

Figura 348. Cada módulo está compuesto por nueve triángulos unidos, tres de los cuales son isósceles y seis son rectangulares. Esto deriva a una figura prismática, con una figura triangular en un extremo y una hexagonal en el otro. Un elemento adicional, compuesto también de triángulos unidos, es colocado dentro de la figura prismática. El módulo es repetido cincuenta y cinco veces en una estructura triangular de pared, que no es lisa sino curvada.



347



348

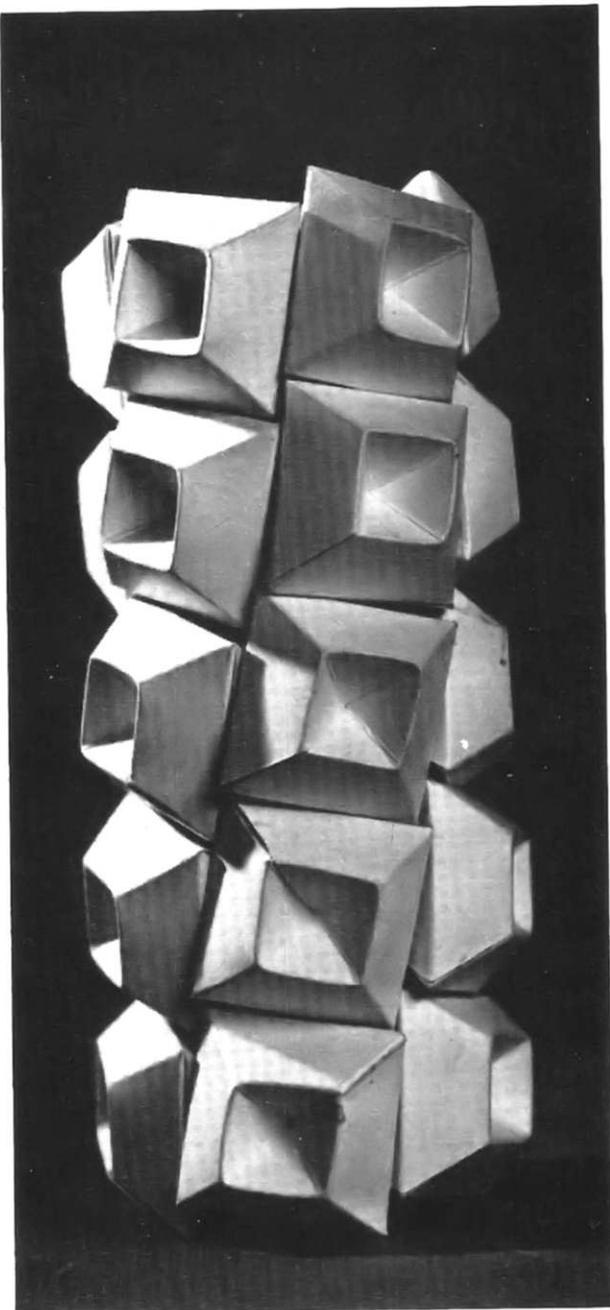


Figura 349. Hay veinticinco módulos, en cinco capas o cinco columnas. Cada módulo es un octaedro con un vértice empujado hacia adentro. La estructura está construida por medio de contacto entre caras. Un aspecto interesante de este diseño es que cada columna no es perpendicular, sino inclinada con respecto a la base.

8. Estructura lineal

Hasta ahora hemos considerado formas tri-dimensionales, construidas por planos lisos de grosor parejo. Para construir cualquier forma geométrica sólida, que se componga de caras planas y de filos rectos, podemos cortar las planas y de filos rectos, podemos cortar las figuras de las caras y pegarlas entre sí, con un refuerzo interno o sin él.

Por ejemplo, un cubo sólido se compone de seis caras cuadradas. Para construirlo se requieren seis planos cuadrados. El grosor de estos planos es visualmente insignificante, porque normalmente queda oculto (fig. 350).

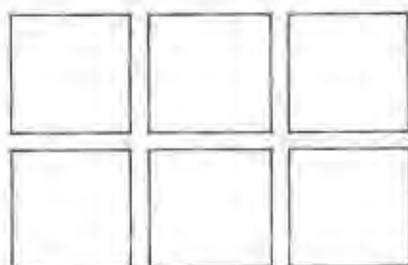
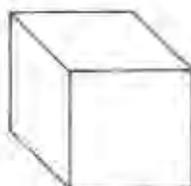
Construcción con líneas

Todas las formas geométricas con filos rectos pueden ser reducidas a una estructura lineal. Para construirla, cada filo es transformado en materiales lineales, que marcan los bordes de las caras y forman los vértices donde se unen.

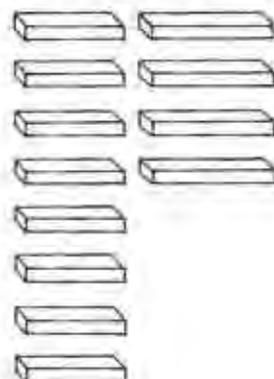
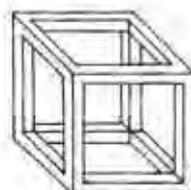
En toda forma geométrica hay siempre más filos que caras. Por lo tanto, la construcción con líneas es más complicada que la construcción con planos. Usando otra vez el cubo como ejemplo, hay sólo seis caras, pero hay doce filos, y los doce filos se convierten en doce varillas lineales que deben quedar conectadas para construir el marco lineal de un cubo (fig. 351).

En nuestra exploración de las relaciones lineales, los elementos pueden ser barras de madera, con extremos cuadrados. En realidad, las figuras son prismas alargados, con sus propias caras, filos y extremos (fig. 352).

350



351

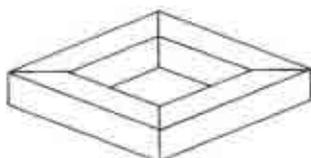


352

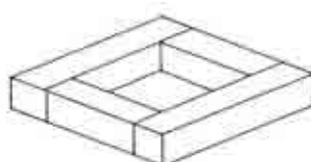


175

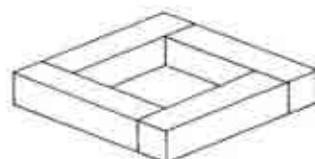
353



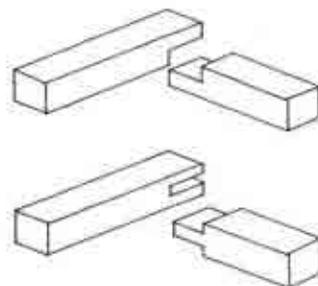
354



355



356



Uniones

Para usar varillas de madera en la construcción, necesitamos primero saber sobre sus uniones. Para construir un marco cuadrado chato, se pueden cortar en inglete cuatro varillas de madera de la misma longitud y pegarlas juntas. Tales uniones son nítidas y bastante fuertes (fig. 353).

Una forma más simple de hacer un marco cuadrado chato es utilizar dos varillas más largas y dos más cortas, con extremos cuadrados. Los extremos de las piezas más cortas son pegados a las caras laterales de las más largas. La longitud de las piezas más largas es igual a la medida externa del marco cuadrado, mientras la longitud de las más cortas es igual a la medida interna del marco (fig. 354).

Podemos usar asimismo cuatro varillas de madera, con extremos cuadrados y de la misma longitud. Esta es la forma más simple de hacer un marco cuadrado. La medida externa del marco final es la suma de la longitud y del ancho de cada varilla, y la medida interna es la diferencia entre la longitud y el ancho de esas varillas (fig. 355).

Las uniones hechas con extremos cuadrados no son tan fuertes como las hechas con extremos cortados en inglete. Pueden hacerse extremos más fuertes si el extremo de una varilla de madera se superpone al de la otra, cortando una porción de ambas. Esto se denomina unión de media-falda. Para una resistencia mayor, pueden hacerse uniones machihembradas, de mayor complicación. Pero ciertamente, para modelos pequeños, las uniones complicadas no son necesarias (fig. 356).

Componentes de la estructura lineal

Con un marco cuadrado por arriba y por debajo, sólo necesitamos cuatro varillas de madera para soporte, cortadas a la medida interna del marco cuadrado, y podremos erigir el cubo (fig. 357).

Las variaciones sobre la estructura lineal del cubo pueden hacerse de una o más de las siguientes maneras:

a) El marco superior o inferior puede ser ciertamente de una figura distinta al cuadrado (fig. 358)

b) El marco superior puede tener la misma figura y tamaño que el inferior, o puede ser de la misma figura pero distinto tamaño (fig. 359)

c) La dirección del marco superior puede ser igual o diferente a la del marco inferior (fig. 360)

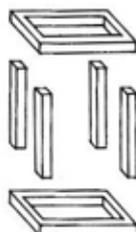
d) El marco superior puede estar inclinado y no ser paralelo al plano del inferior (fig. 361)

e) Las varillas de soporte pueden ser de una misma longitud o de distintas longitudes (fig. 362)

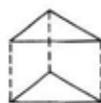
f) Las varillas de soporte pueden ser todas perpendiculares al marco inferior o formar un ángulo con él (fig. 363)

g) Las varillas de soporte pueden ser paralelas o no-paralelas entre sí (fig. 364)

h) Las varillas de soporte pueden ser rectas, quebradas o una combinación de ambos tipos (fig. 365).



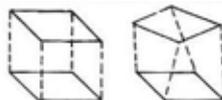
357



358



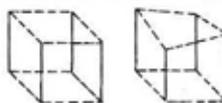
359



360



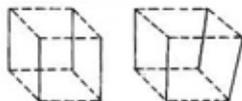
361



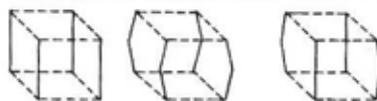
362



363

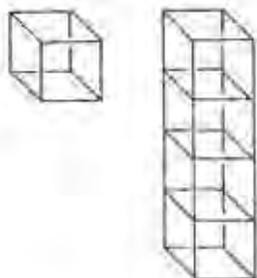


364

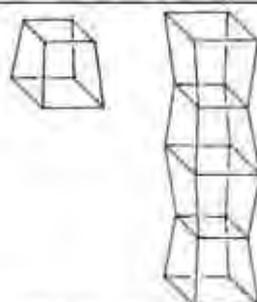


365

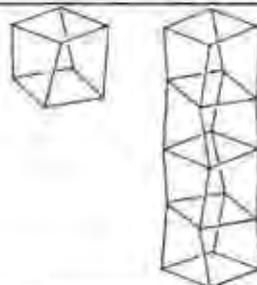
366



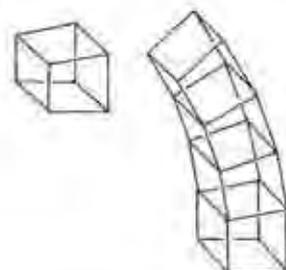
367



368



369



Repetición del marco lineal

Hasta ahora hemos visto cómo puede construirse un marco lineal simple. Para avanzar un poco más, podemos repetir la sección del marco, tantas veces como se desee, colocando una unidad sobre la otra. Cada sección puede ser considerada como un módulo.

Si cada módulo tiene marcos paralelos, arriba y abajo, de la misma figura, tamaño y dirección, con varillas paralelas de soporte de igual longitud, podemos obtener una estructura vertical de fillos rectos, colocando un módulo sobre el otro (fig. 366).

Normalmente, el marco superior del módulo de abajo se convierte en el marco inferior del módulo de arriba.

Si cada módulo tiene marcos paralelos, arriba y abajo, de la misma dirección, pero no del mismo tamaño, eso supone que las varillas de soporte, aunque sean de una misma longitud, no pueden seguir siendo paralelas entre sí, y la estructura resultante tendrá fillos en zigzag (fig. 367).

Si cada módulo tiene marcos paralelos, arriba y abajo, de la misma figura y tamaño, pero no en la misma dirección, esto supone que, también aquí, las varillas de soporte no pueden ser paralelas entre sí, y la estructura resultante tendrá un cuerpo retorcido (fig. 368).

Si cada módulo tiene marcos no-paralelos, arriba y abajo, de la misma figura y tamaño, esto supone que las varillas de soporte deberán tener longitudes desiguales, y la estructura resultante tendrá un cuerpo curvado o torcido (fig. 369).

Agrupamiento de módulos repetidos

Los módulos repetidos pueden ser agrupados para que la parte inferior del módulo de arriba no coincida exactamente con la parte superior del módulo de abajo. Los módulos pueden ser desplazados gradualmente en posición o en dirección (fig. 370).

La columna así creada puede ser colocada horizontalmente, sea porque no podría permanecer estable en posición vertical o sea por razones estéticas (fig. 371).

En estructuras más complejas pueden utilizarse columnas repetidas.

Agregado y sustracción

Dentro de los marcos superior e inferior, o entre las varillas de soporte, o dentro del espacio definido por el marco lineal, pueden colocarse figuras lineales adicionales, para reforzar la estructura o simplemente para hacerla más interesante (fig. 372).

Después de este soporte adicional, es posible que algunas o todas de las varillas de soporte originales, o parte de los marcos superior o inferior, puedan ser retiradas por razones estéticas u otras (fig. 373).

Las varillas que componen el marco superior o inferior, o que están entre los dos marcos, pueden exceder la longitud del cubo (fig. 374).

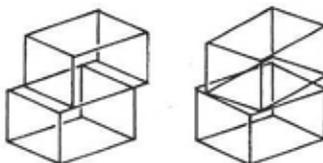
Pueden formarse marcos adicionales, fuera de la estructura lineal (fig. 375).

Interpenetración

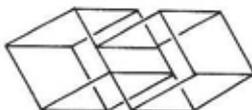
La interpenetración ocurre cuando una parte de una estructura lineal se sitúa dentro del espacio definido por otra estructura lineal (fig. 376).

Una estructura lineal más pequeña puede quedar suspendida dentro de otra mayor, con elementos adicionales para sostenerla o colgarla (fig. 377).

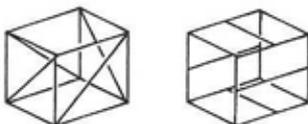
370



371



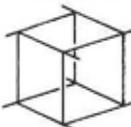
372



373



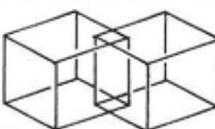
374



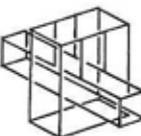
375



376



377

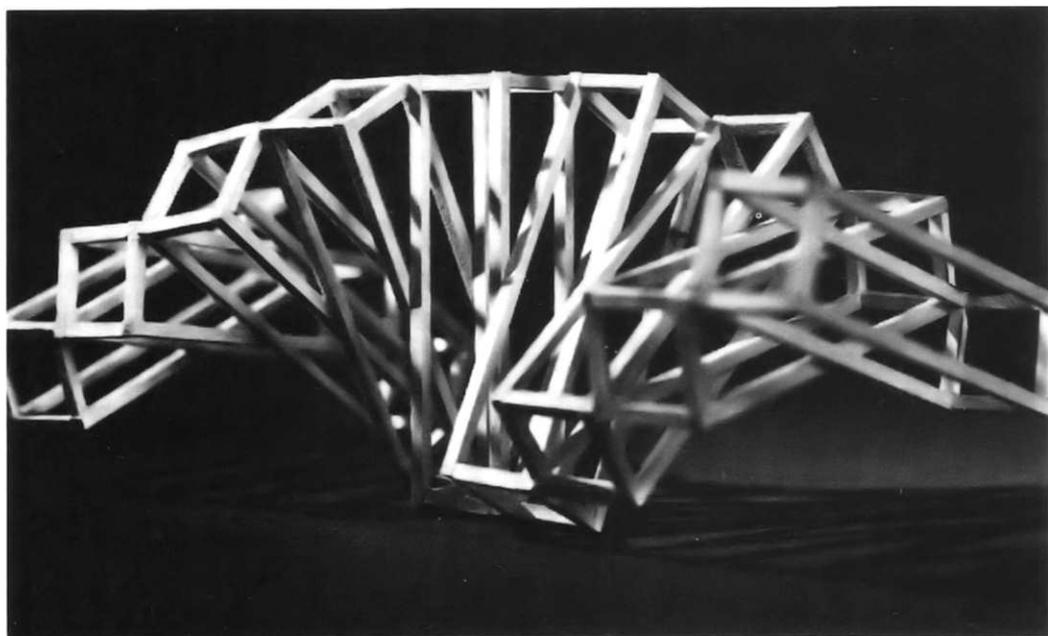


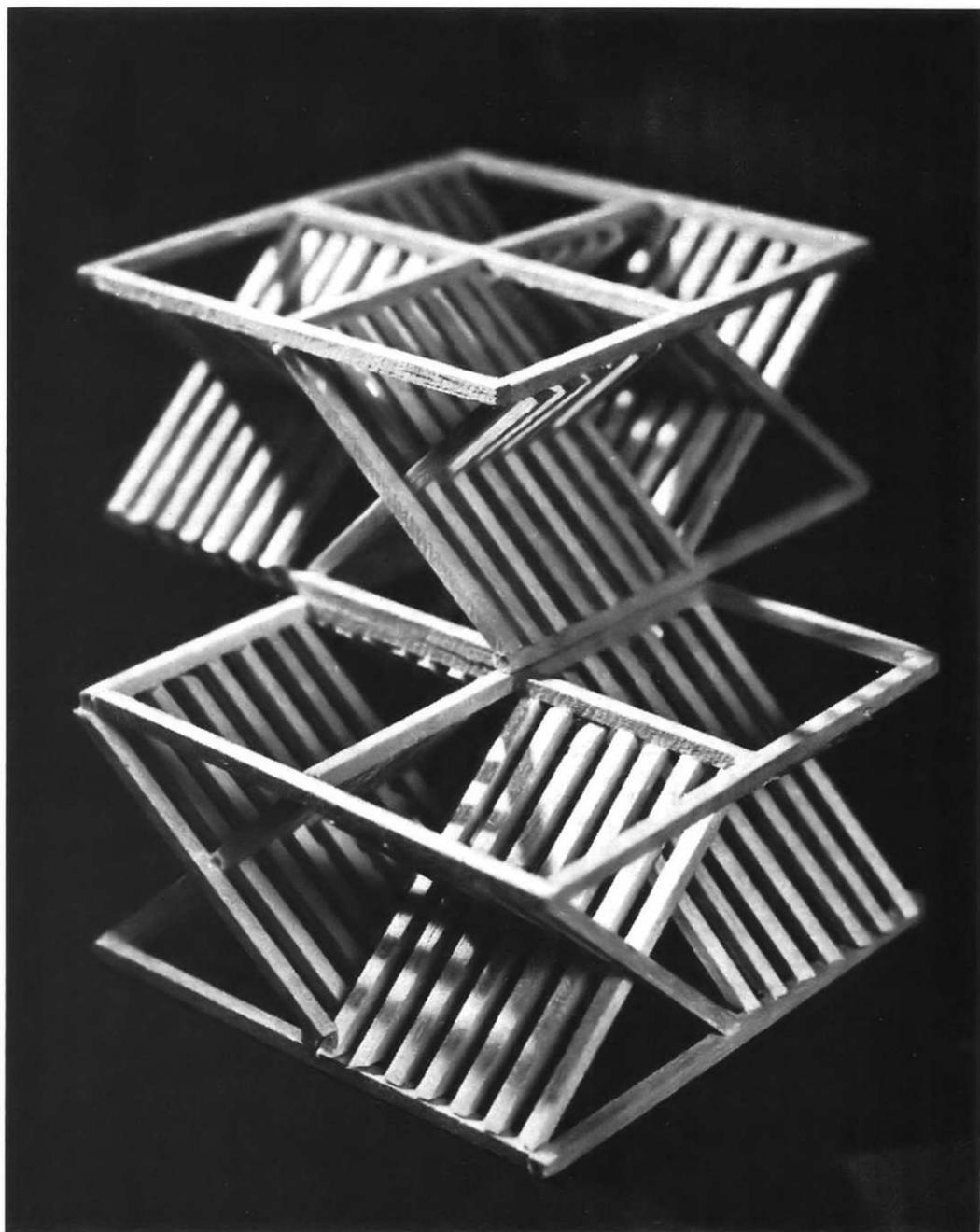
Las figuras 378 a 383 son proyectos en la construcción de enmarcados lineales. Algunos de los ejemplos en capítulos anteriores, hechos en cartón, pero con todas las caras recortadas hasta los filos, también pueden ser examinados como proyectos de este tipo. Son las figuras 261, 263, 265 y posiblemente 342.

Figura 378. Aquí se han utilizado nueve módulos de enmarcado lineal. Cada módulo está construido con dos marcos cuadrados y cuatro varillas de soporte, de la misma longitud. Los módulos se unen entre sí en rotación de dirección.

Figura 379. Esta estructura se compone de dos módulos, cada uno de ellos dividido en cuatro secciones. Una sección del módulo de arriba se superpone a una sección del módulo inferior. Se han trazado líneas diagonales dentro de los módulos, reemplazando a todas las varillas verticales de soporte.

378





380

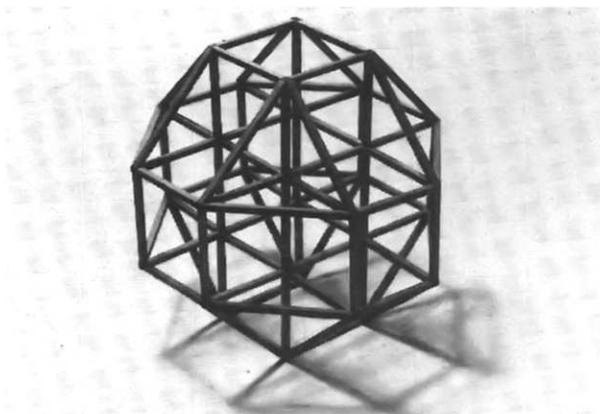


Figura 380. La estructura es un rombo-cubo-octaedro, dentro del cual se han desarrollado elementos lineales adicionales que unen a los vértices.

381

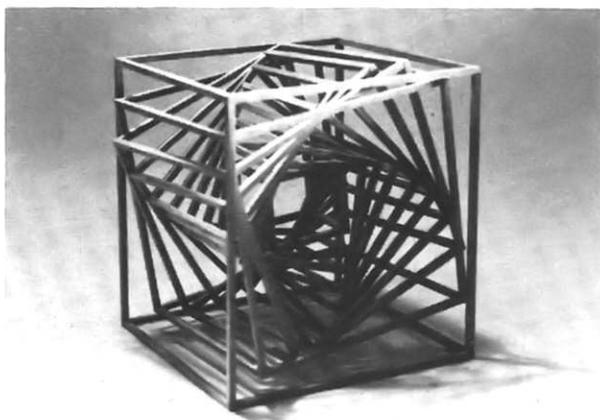


Figura 381. Aquí cada módulo es la estructura de un cubo y los módulos están dispuestos en gradación de tamaño y de dirección, uno dentro de otro.

382

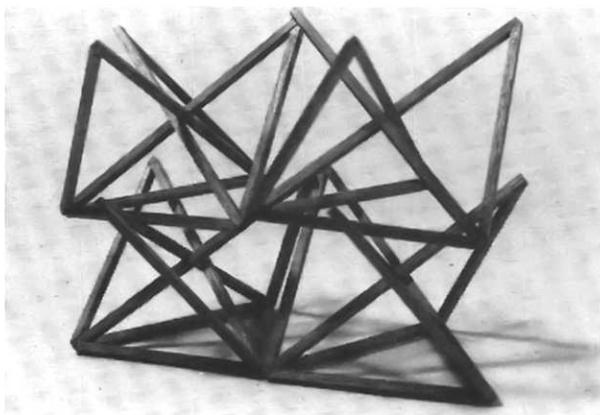
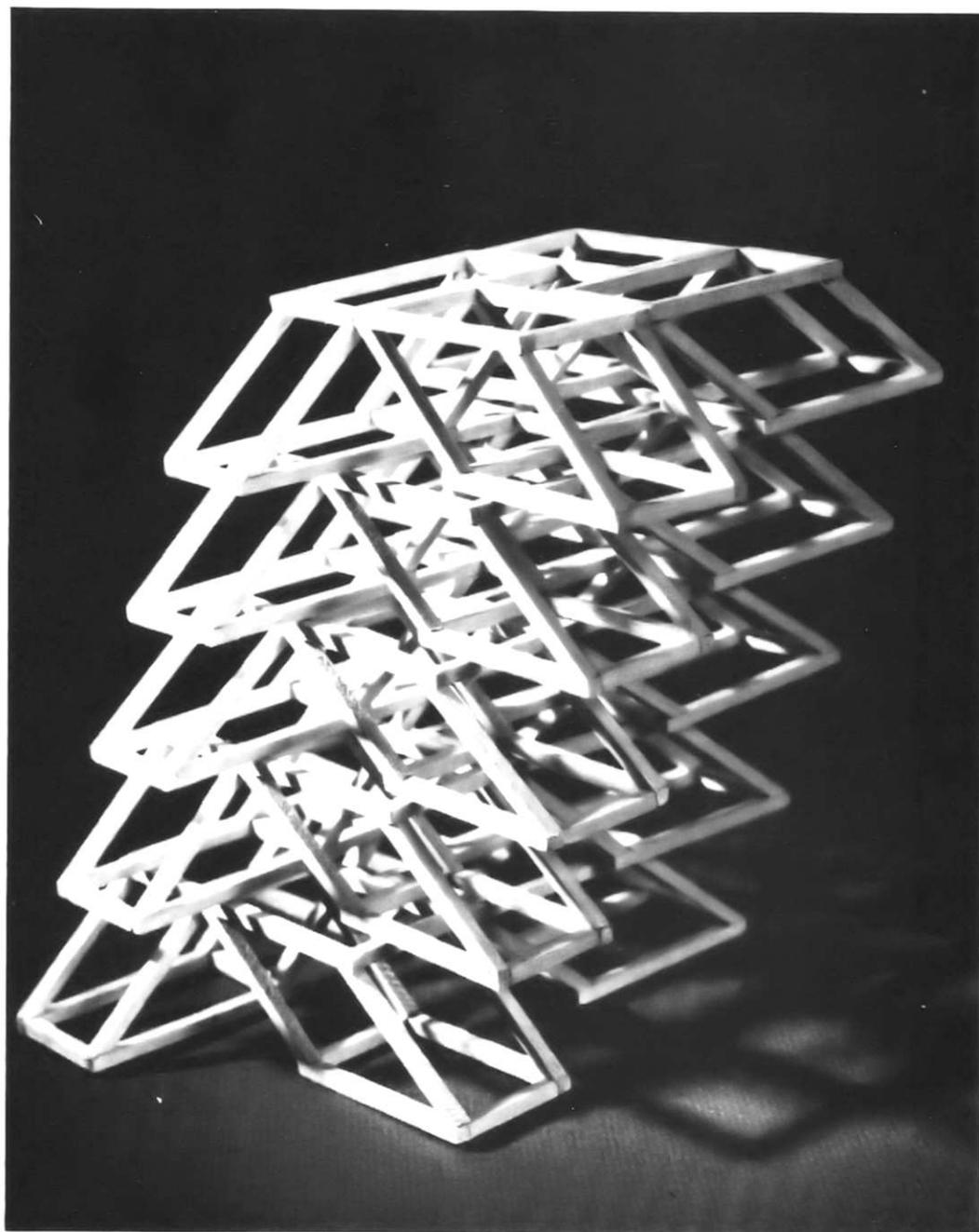


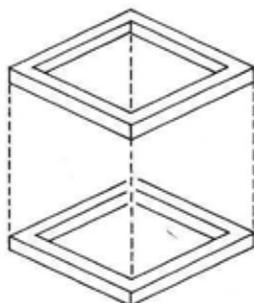
Figura 382. Hay cuatro módulos en este diseño. Cada módulo era originalmente la estructura de un cubo, pero casi todos sus elementos verticales y horizontales han sido quitados, tras agregar elementos diagonales a la estructura.

Figura 383. La estructura contiene cinco capas, con cuatro módulos en cada capa. Cada módulo es una figura prismática inclinada.



9. Capas lineales

384



Construcción de capas lineales

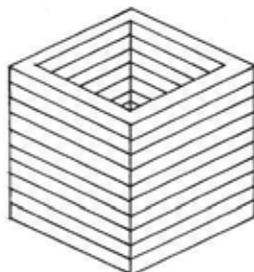
En el último capítulo vimos cómo pueden ser construidas las estructuras lineales. Si retiramos las varillas de soporte de una estructura lineal, nos quedan un marco superior y uno inferior, que pueden ser considerados como dos capas: una capa superior y una inferior (fig. 384).

Entre estas dos capas pueden agregarse una cantidad de capas intermedias, y la figura así erigida será la misma de la estructura lineal de origen. Por ejemplo, si la estructura tiene la figura de un cubo, las cuatro varillas de apoyo pueden ser reemplazadas por capas de marcos cuadrados, de la misma figura y tamaño que los marcos superior e inferior. La figura resultante tiene planos laterales sólidos, pero planos superior e inferior huecos (fig. 385).

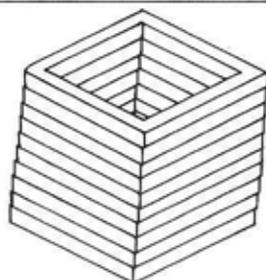
Ahora, si se desea, podemos desplazar las posiciones de las capas para conseguir un prisma inclinado (fig. 386).

O podemos rotar gradualmente cada capa (fig. 387).

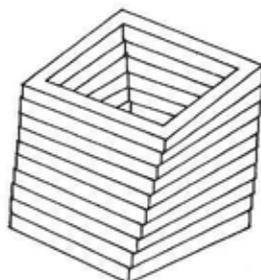
385



386



387



Variaciones y posibilidades

Para simplificar nuestra idea, podemos utilizar una sola varilla de madera por cada capa, y ver qué variaciones y posibilidades podemos tener.

Ante todo, los dos extremos de la varilla pueden ser cortados en la forma que se crea deseable (fig. 388).

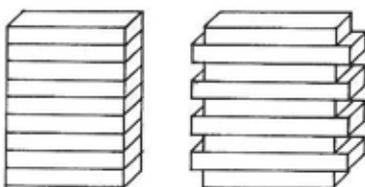
Al construir las capas, las varillas pueden ser todas de una misma longitud o de longitudes variables (fig. 389).

Podemos colocar una varilla directamente encima de otra, pero también podemos disponerlas en gradación de posición o de dirección (fig. 390).

El cuerpo de la varilla puede ser tratado de alguna manera especial (fig. 391).



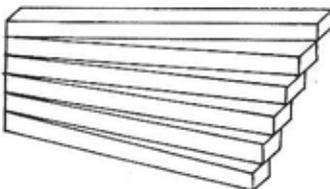
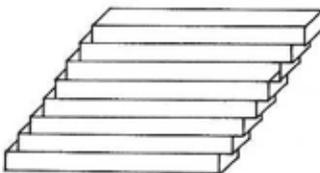
388



389

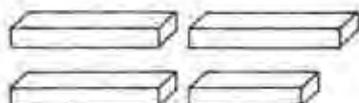


390

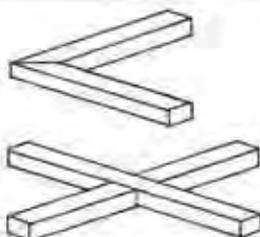


391

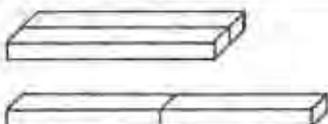
392



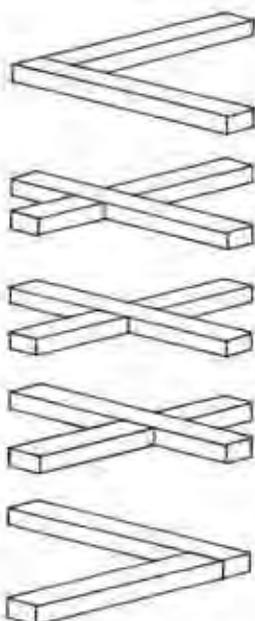
393



394



395



Gradación de figura en construcción por capas

Las posibilidades en gradación de figura pueden ser exploradas cuando tenemos más de una varilla de madera en cada capa. Supongamos que tenemos dos varillas en cada capa de nuestra construcción. Las dos varillas pueden ser de la misma o de diferente longitud (figura 392).

Pueden ser unidas en un extremo, para formar una figura en V, o pueden cruzarse entre sí para formar una figura en X. El ángulo de unión o de cruce puede variar de una capa a la siguiente (fig. 393).

Ambas pueden ser adheridas en forma lateral o longitudinal (fig. 394).

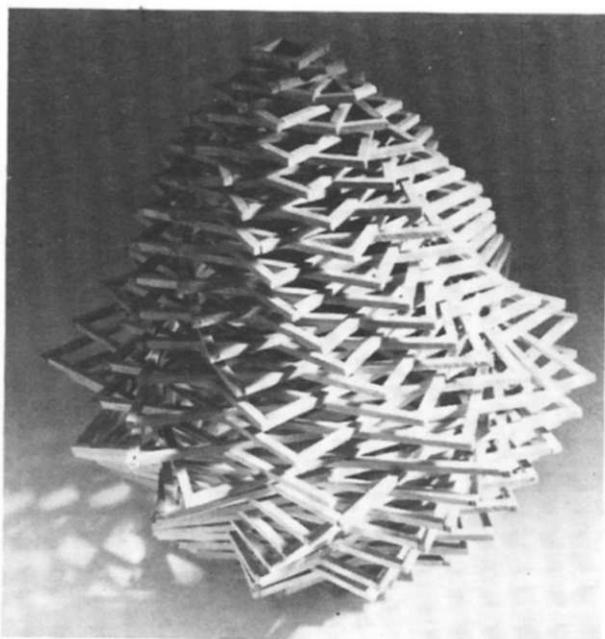
Observemos el siguiente ejemplo en la construcción por capas. La capa superior es una figura en V, con la unión apuntada hacia la izquierda. En las capas inmediatamente inferiores, las dos varillas comienzan a superponerse gradualmente entre sí, en una unión de media falda, formando una figura en X. La capa central es una figura en X, con la intersección en el medio exacto. En las capas inmediatamente inferiores, la intersección de la figura en X se mueve gradualmente hacia la derecha. Finalmente se convierte en una figura en V, con la unión apuntada hacia la derecha, que marca la capa inferior (fig. 395).

Con más varillas para cada capa, y con variaciones de posición y de dirección, pueden obtenerse fácilmente efectos más complicados.

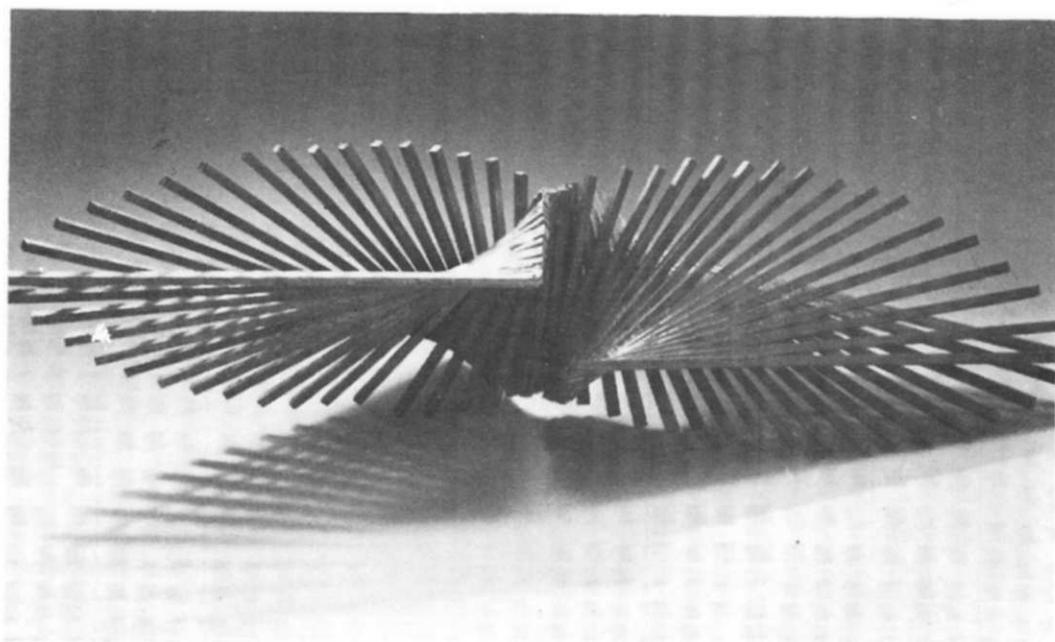
Las figuras 396 a 403 muestran el uso de capas lineales en estructuras tri-dimensionales.

Figura 396. Cada capa es un simple cuadrado en esta construcción aparentemente compleja. El marco cuadrado ha sido dispuesto en gradación de tamaño y también de dirección.

Figura 397. Aquí hay cuatro grupos de capas lineales. En cada grupo, las varillas de madera rotan y se hacen cada vez más largas. Los cuatro grupos están reunidos en una estructura con figura de X.



396



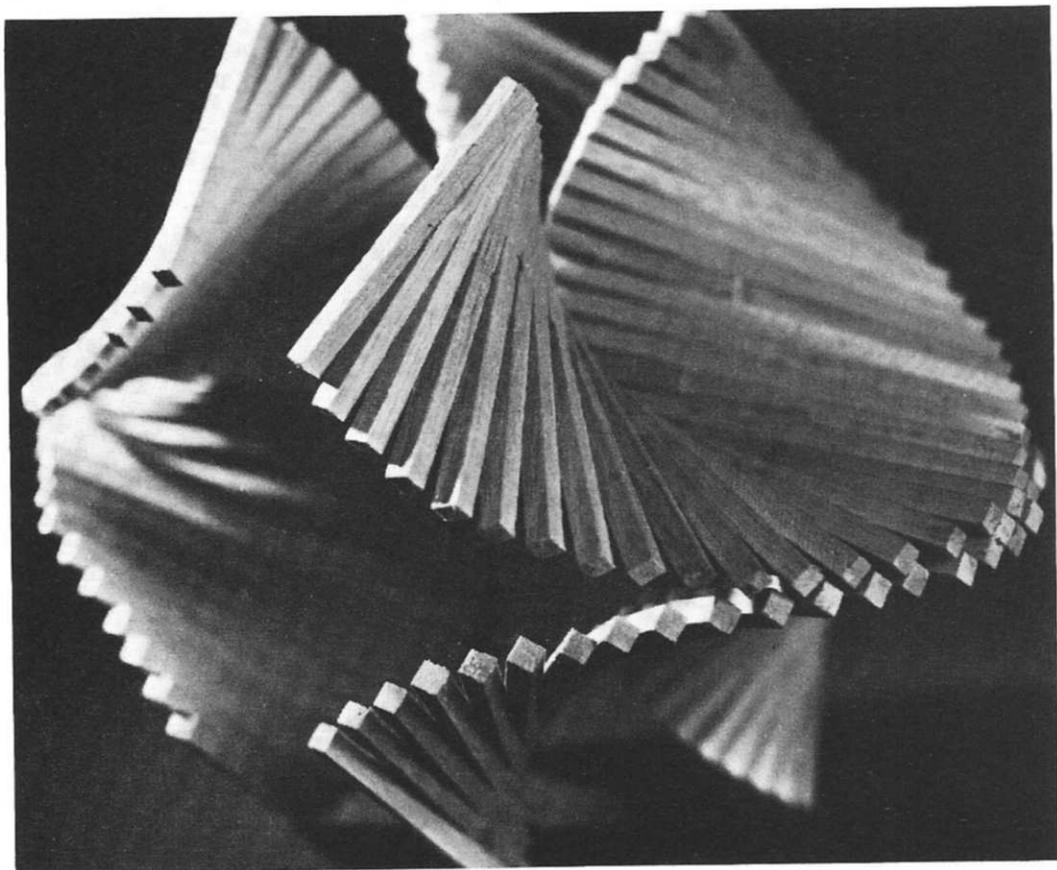
397

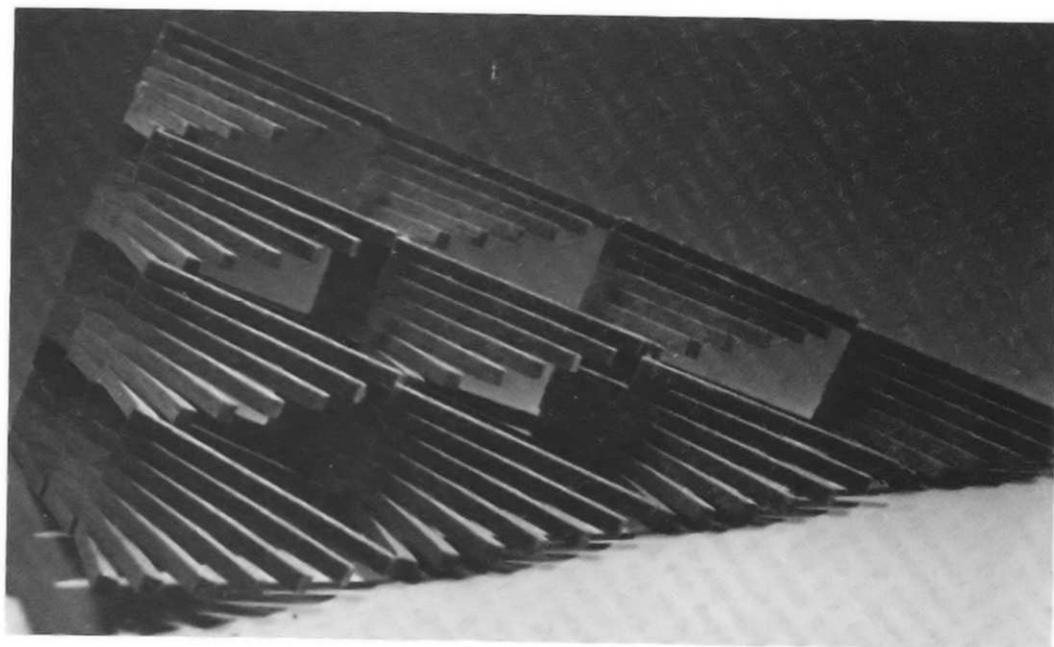
Figura 398. Similar a la 397. Aquí encontramos varillas que rotan formando planos curvos, cuatro de los cuales se reúnen en el diseño.

Figura 399. Esta contiene un total de veinte grupos, cada uno de los cuales se compone de seis varillas en rotación, con longitudes en gradación. La figura general del diseño es un tetraedro irregular.

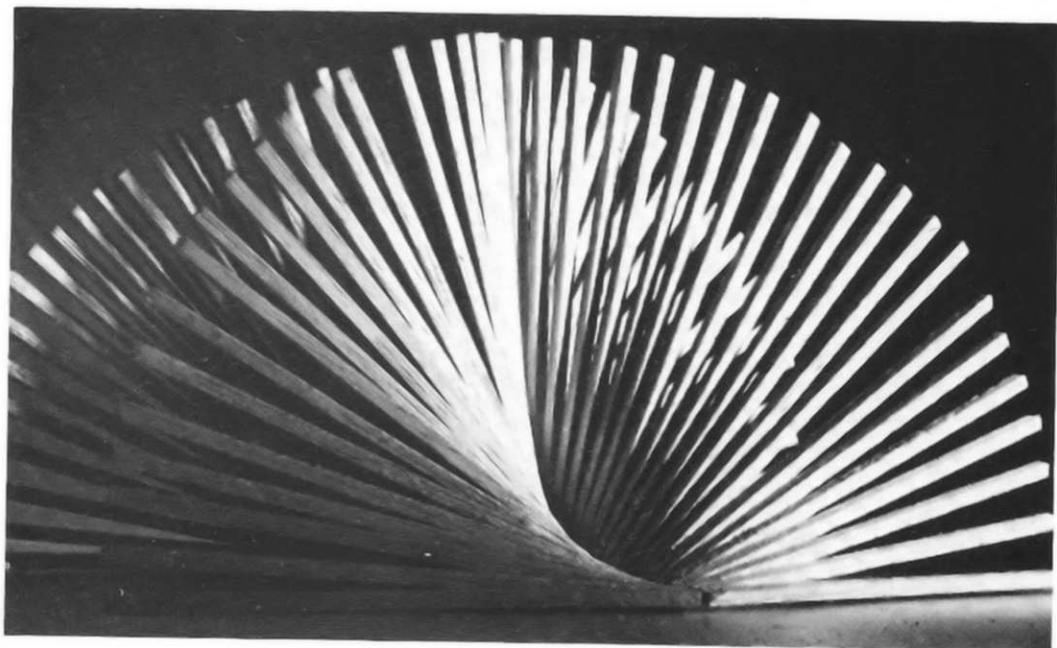
Figura 400. En este diseño hay sólo dos grupos de varillas en rotación. Todas las varillas tienen una misma longitud.

398





399



400

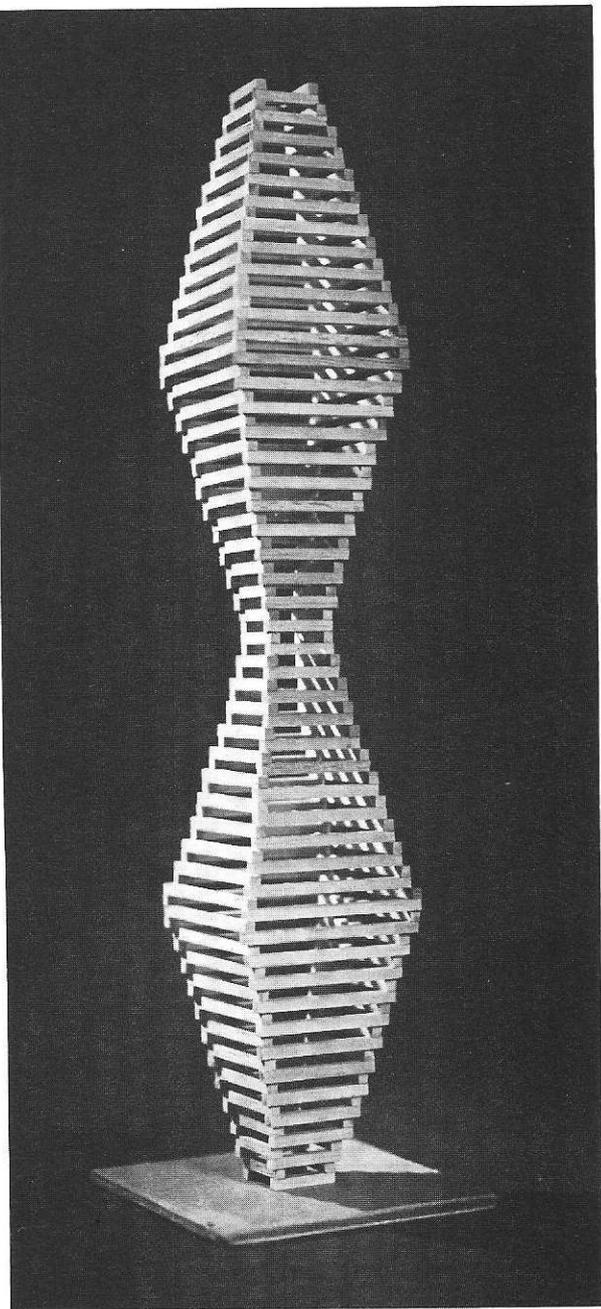
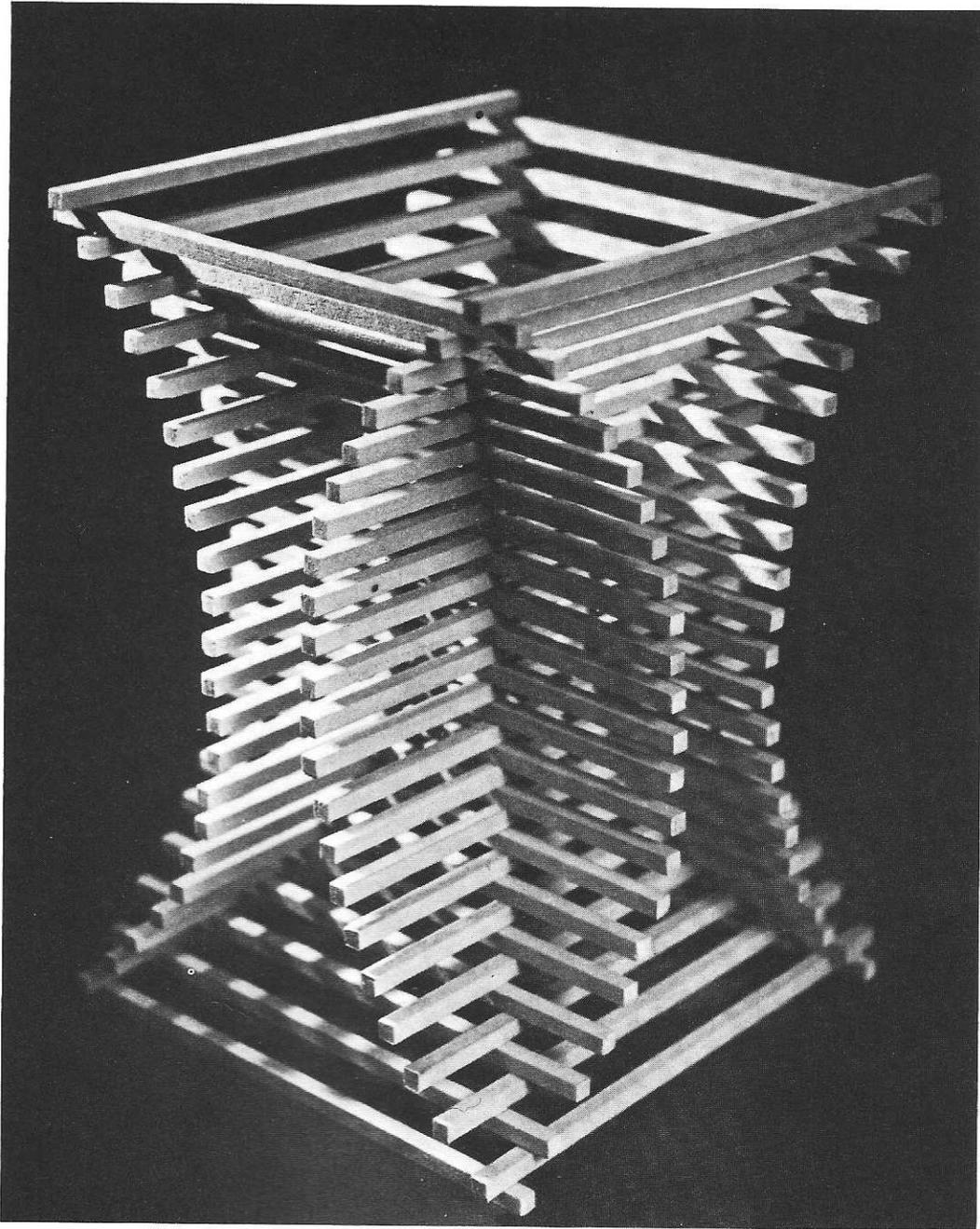
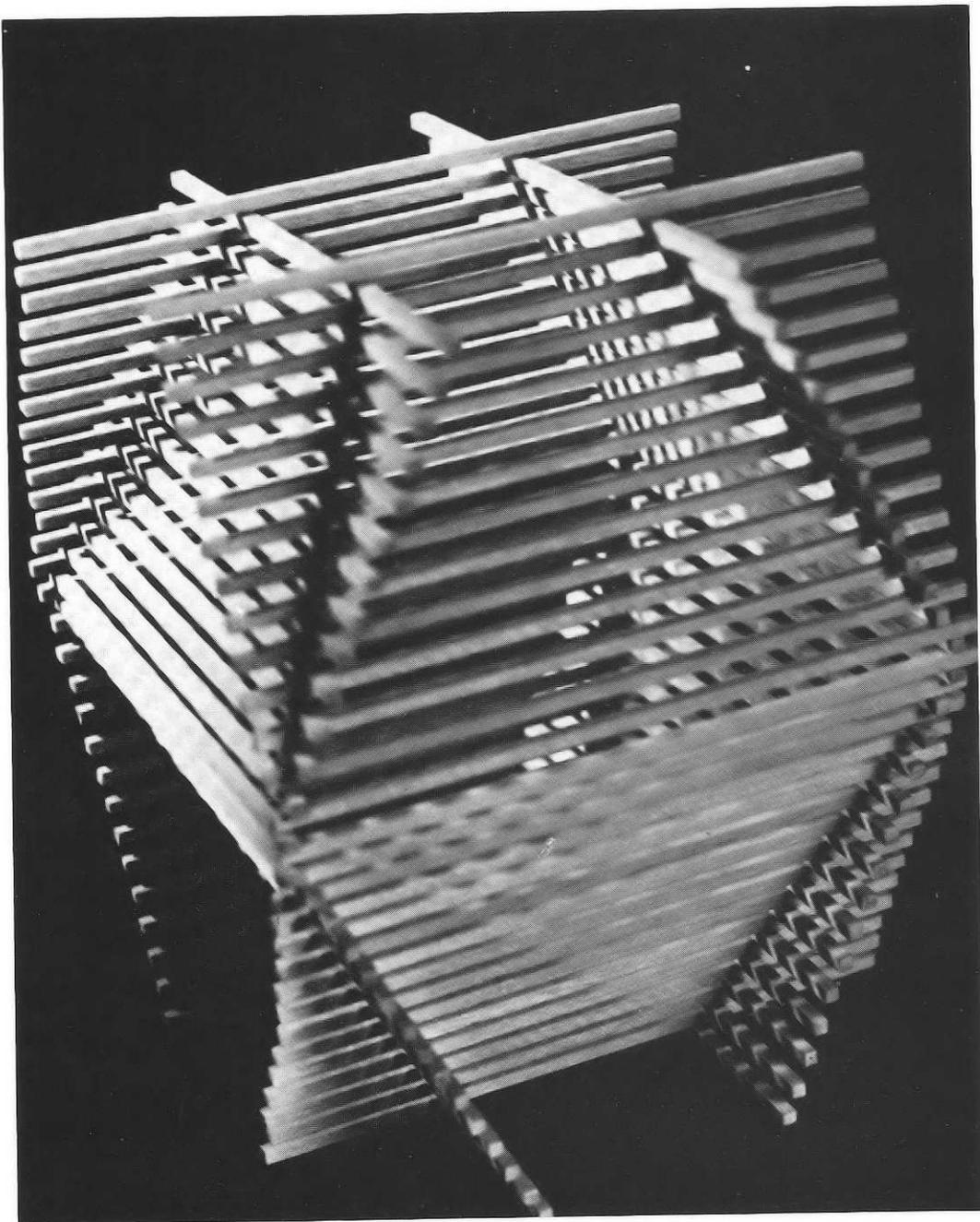


Figura 401. Aquí cada marco cuadrado está separado en dos capas: una con dos varillas orientadas hacia atrás y hacia adelante, y la siguiente con varillas orientadas hacia los costados. La gradación en el tamaño de los marcos cuadrados, creada por la gradación en las longitudes de las varillas, ha convertido el conjunto en una interesante figura de torre.

Figura 402. De manera similar a la 401, tenemos aquí varillas que apuntan a diferentes direcciones en capas alternadas. Las longitudes de las varillas permanecen incambiadas, pero en cada capa la distancia entre varillas paralelas se estrecha y después amplía gradualmente.

Figura 403. Ha sido construida aproximadamente con el mismo principio de la 402.





10. Líneas enlazadas

Líneas enlazadas sobre un plano

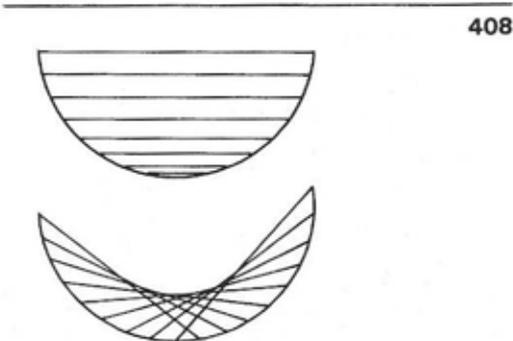
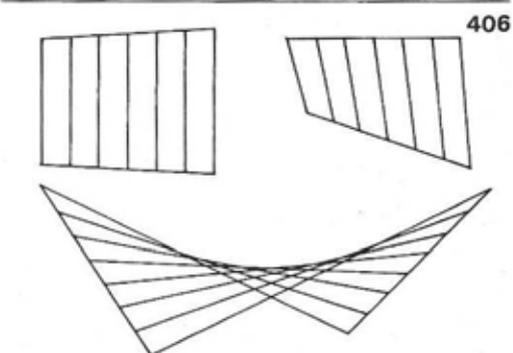
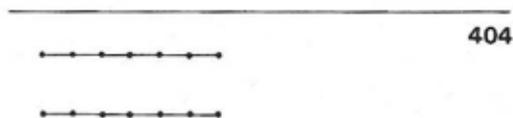
Sobre un plano dibujemos dos líneas rectas de la misma longitud y en cada una de ellas marquemos siete puntos, espaciados a la misma distancia (fig. 404).

Pueden crearse las líneas enlazadas, uniendo los puntos de una línea recta con los de la otra. Si las dos líneas rectas son paralelas y unimos los puntos en el orden de su posición, se produce un esquema de líneas enlazadas paralelas. Si unimos los puntos en el orden inverso a su posición, las líneas enlazadas habrán de cruzarse entre sí en un nuevo punto, que está a mitad de camino entre ambas líneas rectas (fig. 405).

Si las dos líneas rectas no son paralelas, las líneas enlazadas pueden ser paralelas, o en gradación de dirección, o en intersección en muchos puntos nuevos. En el último caso se produce un filo curvo, aunque todas las líneas de enlace sean rectas (fig. 406).

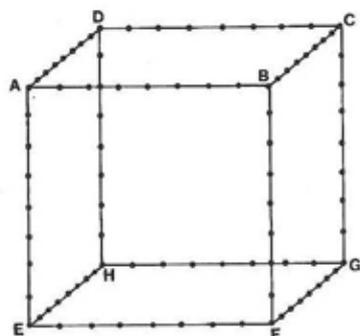
Si las dos líneas rectas están unidas entre sí en un ángulo, las líneas de enlace pueden ser todas paralelas o pueden cruzarse en muchos puntos nuevos. En el último caso también se produce un filo curvo (fig. 407).

Si los puntos regularmente espaciados no están marcados sobre líneas rectas sino a lo largo de un arco de círculo, las líneas de enlace entre tales puntos podrán ser paralelas o podrán cruzarse en muchos puntos nuevos, produciendo un filo curvo, como en los ejemplos anteriores (fig. 408).



Líneas enlazadas en el espacio

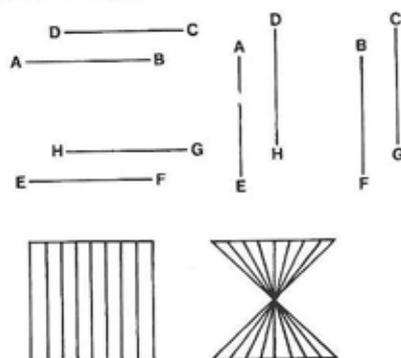
409



Para explorar las posibilidades del enlace de líneas en el espacio, podemos utilizar una estructura lineal, con forma de cubo, cuyos vértices serán A, B, C, D, E, F, G y H. Sobre cada uno de los filos, representados por varillas, se marcan siete puntos de un vértice a otro y a distancias iguales (fig. 409).

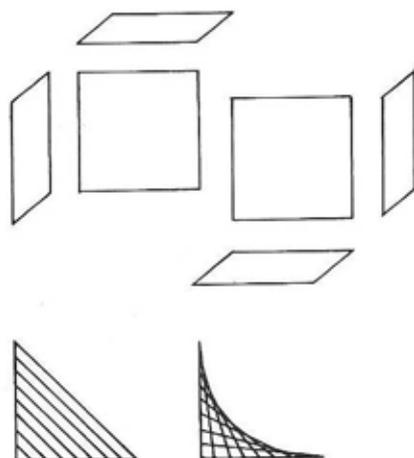
AB, CD, EF y GH son varillas paralelas. También lo son AE, BF, CG, y DH. Las líneas de enlace señaladas entre varillas paralelas producen resultados iguales a los de los planos que vimos en figura 405. Esto supone que son paralelas o bien que se cruzan en un punto nuevo (fig. 410).

410



AB, BC, CD y DA son varillas situadas en un mismo plano. También lo están las varillas DA, AE, HE y DH, las varillas AB, BF, EF y AE, o las varillas CD, DH, GH y CG, o las varillas EF, FG, GH y HE, o las varillas BC, CG, FG y BF. Cualesquiera dos varillas adyacentes de los grupos mencionados pueden producir líneas de enlace similares a las ilustradas en la figura 407 (fig. 411).

411



Como hemos visto, las varillas paralelas entre sí, o que están en un mismo plano, producen líneas de enlace que son básicamente de naturaleza bi-dimensional. Los efectos tri-dimensionales pueden obtenerse solamente si las varillas no son paralelas y están sobre planos diferentes.

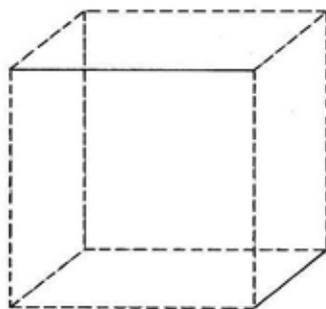
Por ejemplo, las varillas AB y FG en la figura 409 no son paralelas y están en planos distintos. Para desarrollar líneas de enlace podemos conectar A con F, y B con G, o conectar A con G y B con F (fig. 412).

Si conectamos A con F y B con G, las líneas de enlace formarán una superficie que está ligeramente curvada (fig. 413).

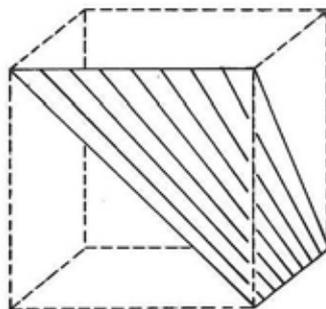
Si conectamos A con G y B con F, la superficie curvada formada por las líneas de enlace es aún más prominente. Es no sólo curvada sino retorcida (fig. 414).

Otros pares de varillas que pueden producir efectos similares son AB y HE, AB y DH, AB y CG; BC y EF, BC y GH, BC y AE, BC y DH; CD y HE, CD y FG, CD y AE, CD y BF; DA y BF, DA y CG, DA y EF, DA y GH.

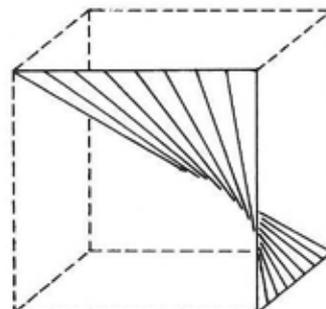
412



413



414



Materiales y construcción

La estructura lineal debe ser hecha con materiales rígidos, como varillas de madera, a fin de que permanezcan firmes y aporten un fuerte apoyo a las líneas enlazadas (fig. 415).

Con una estructura lineal rígida, las líneas de enlace podrán ser de material rígido o blando. Las líneas de enlace rígido pueden simplemente ser pegadas a las caras de los elementos de la estructura, y sus extremos son normalmente tallados para facilitar la adhesión con un máximo contacto de superficie (fig. 416).

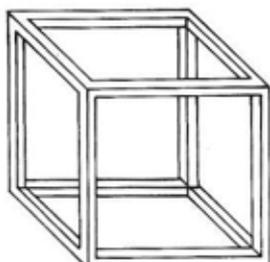
Si las líneas de enlace son de material blando, como el hilo de algodón, de nylon u otras sustancias, pueden ser atadas o fijadas por otros medios a los elementos de la estructura (fig. 417).

Las líneas blandas de enlace deben ser estiradas entre los dos puntos de fijación, y al hacerlo así se crea una tensión. La estructura debe ser lo bastante resistente como para tolerar esa fuerza (fig. 418).

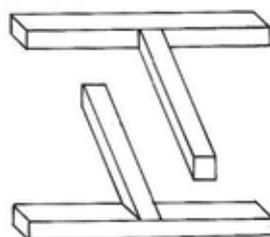
Construcción plana para líneas enlazadas

Si no se usa una estructura lineal, podemos usar figuras planas simples en una construcción para el desarrollo de líneas de enlace. La construcción plana puede ser más resistente que la estructura lineal si se usa un material de rigidez y grosor adecuados.

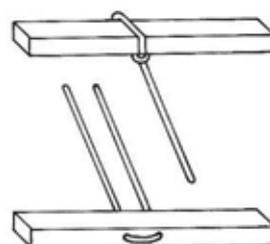
415



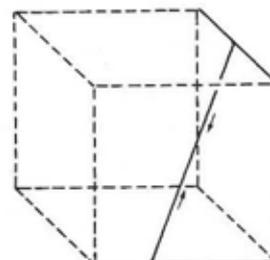
416



417



418



Las hojas de acrílico claro son ideales para este propósito, ya que la transparencia del material permite una completa exhibición de las complicaciones en las líneas entrelazadas.

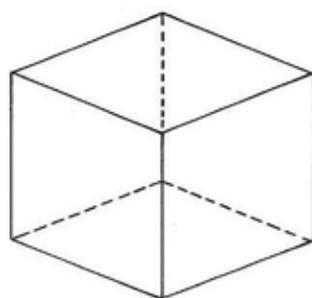
Líneas entrelazadas dentro de un cubo transparente

Para explorar, con tan poca interferencia de la estructura como sea posible, el efecto de superficies curvadas que se forma con líneas entrelazadas, podemos utilizar seis hojas cuadradas de acrílico para construir un cubo (fig. 419). Sobre el plano superior, pueden perforarse una cantidad de orificios a intervalos regulares, formando una figura circular. Lo mismo puede hacerse en el plano inferior (fig. 420).

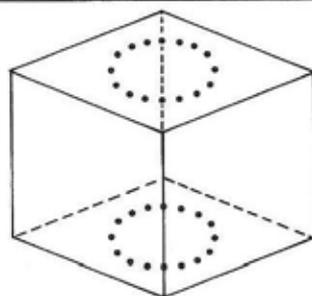
Ahora podemos construir líneas entrelazadas con hilo de nylon o de algodón entre los planos superior e inferior.

Si las líneas enlazadas son todas paralelas entre sí y perpendiculares a los planos de arriba y de abajo, el resultado es una figura cilíndrica (fig. 421).

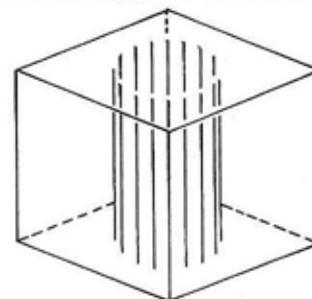
Si las líneas entrelazadas están inclinadas y no son paralelas entre sí, el resultado es un hiperboloide con una superficie curvada continua (fig. 422).



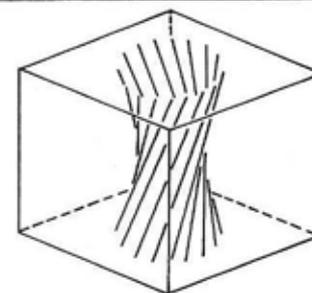
419



420

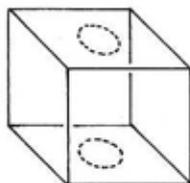


421

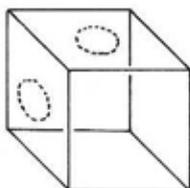


422

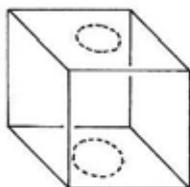
423



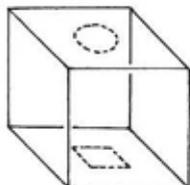
424



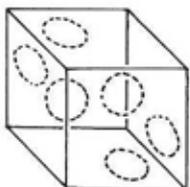
425



426



427



Pueden obtenerse resultados más complicados e interesantes si se varía el diseño descrito, de una o más de las siguientes maneras:

a) La posición de las figuras circulares puede ser trasladada del centro hacia los filos o las esquinas de los planos superior e inferior (fig. 423)

b) Una de las figuras circulares, o ambas, puede ser llevada a los planos laterales del cubo (fig. 424)

c) El tamaño de ambas figuras puede ser diferente (fig. 425)

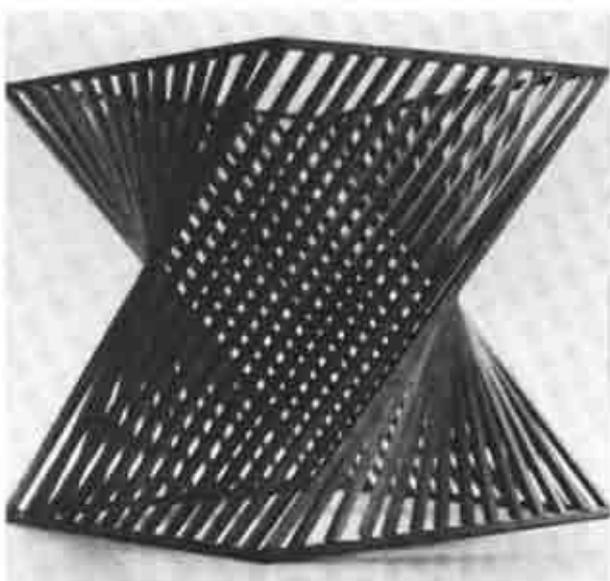
d) Una de ambas figuras puede ser diferente a la otra; ambas pueden no ser circulares si así se lo desea (fig. 426)

e) Varios juegos de líneas entrecruzadas pueden ser construidos dentro del mismo cubo transparente (fig. 427).

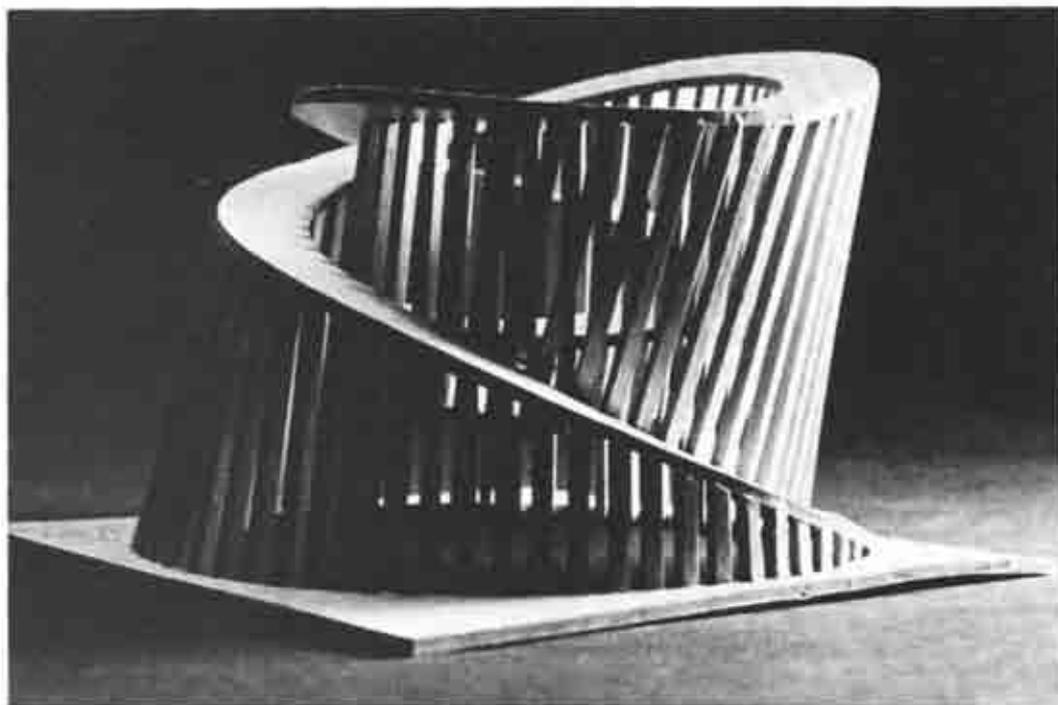
Las figuras 428 a 433 ilustran proyectos donde se utilizan varillas rígidas de madera para la construcción de líneas enlazadas. Las figuras 434 a 439 fueron hechas con líneas enlazadas hechas de materiales blandos.

Figura 428. Las líneas enlazadas rígidas están construidas dentro de la estructura de un cubo. Las cuatro varillas verticales de soporte fueron después retiradas.

Figura 429. Aquí se construye una figura de espiral, partiendo de un plano liso. La figura asciende y desciende, apoyada por las líneas enlazadas.



428



429

Figura 430. La estructura es resistente, compuesta de elementos verticales, horizontales y diagonales. Todas las líneas enlazadas son paralelas al plano de la base, pero aparecen en gradación de dirección, firmando superficies suavemente curvadas.

430

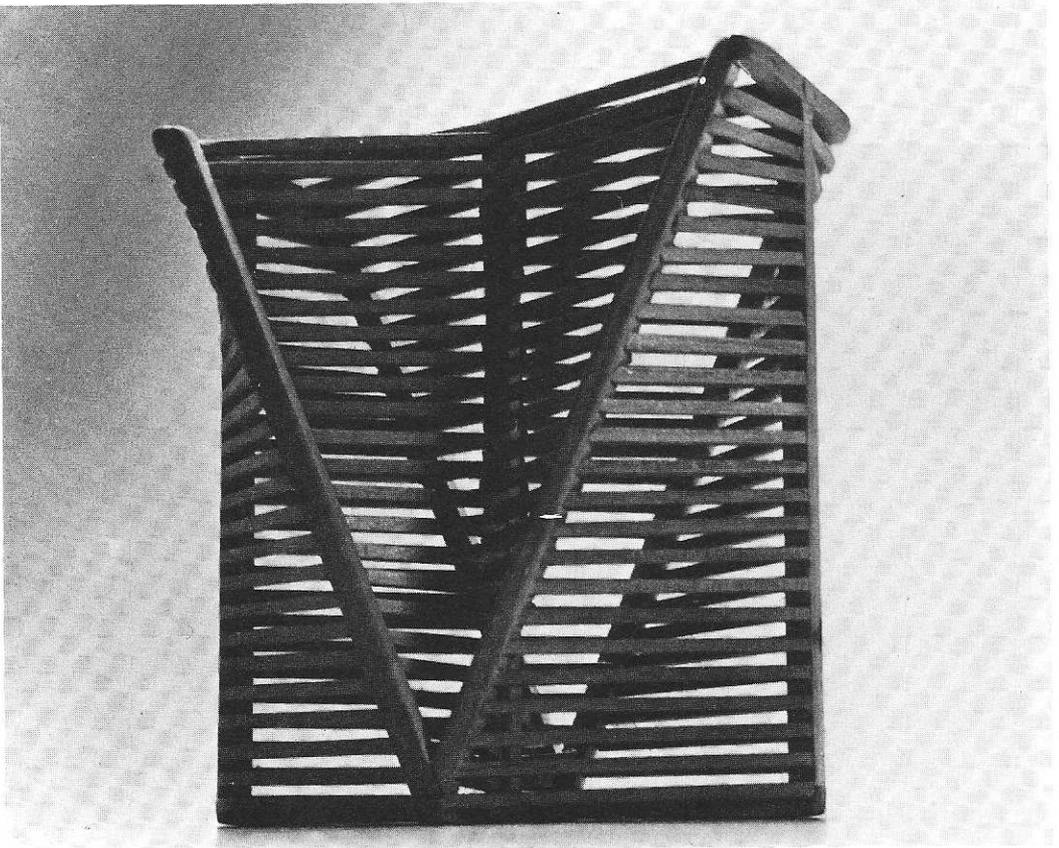
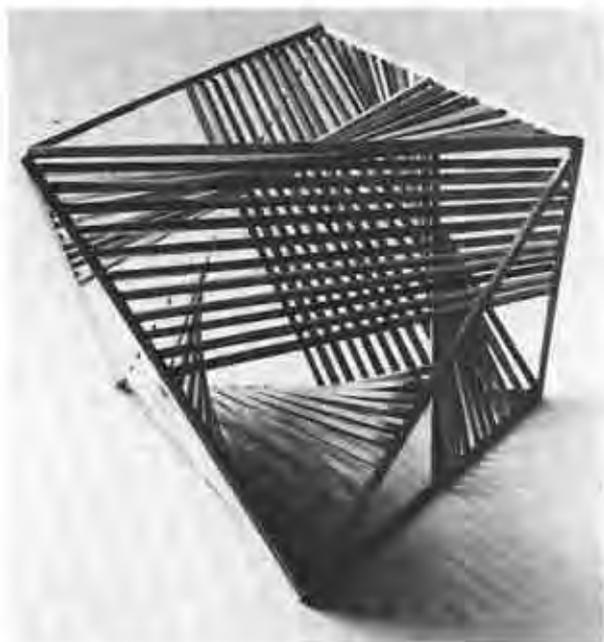
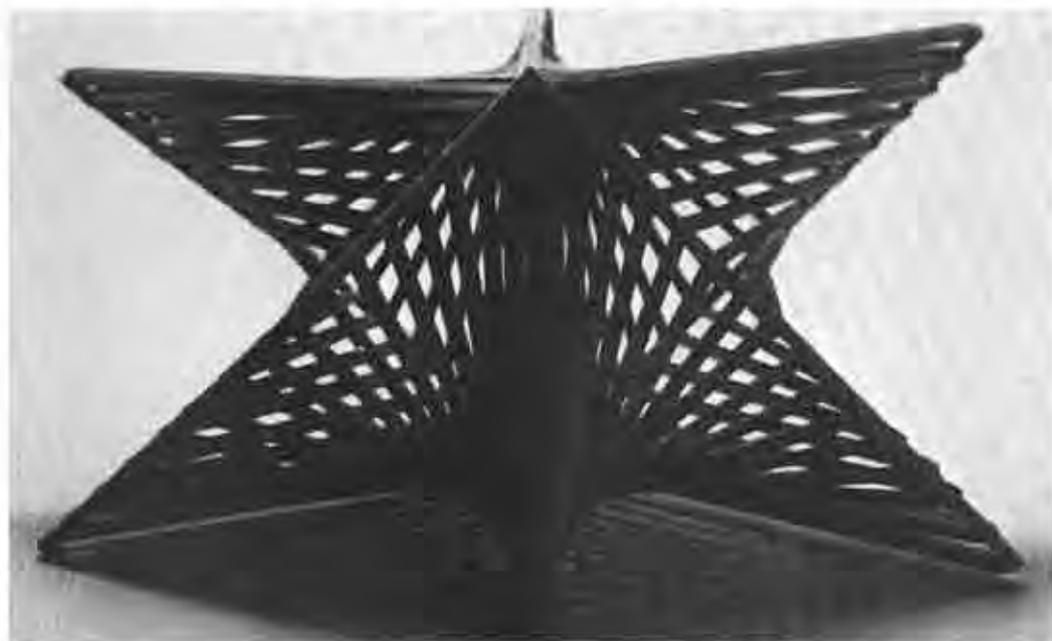


Figura 431. El enmarcado es un octaedro. Se han desarrollado seis grupos de líneas enlazadas, cerca de los seis vértices.

Figura 432. La estructura está compuesta por seis marcos triangulares, que rotan alrededor de un eje común. Toda la estructura está reforzada por líneas enlazadas, que encierran con superficies curvas el espacio interior.

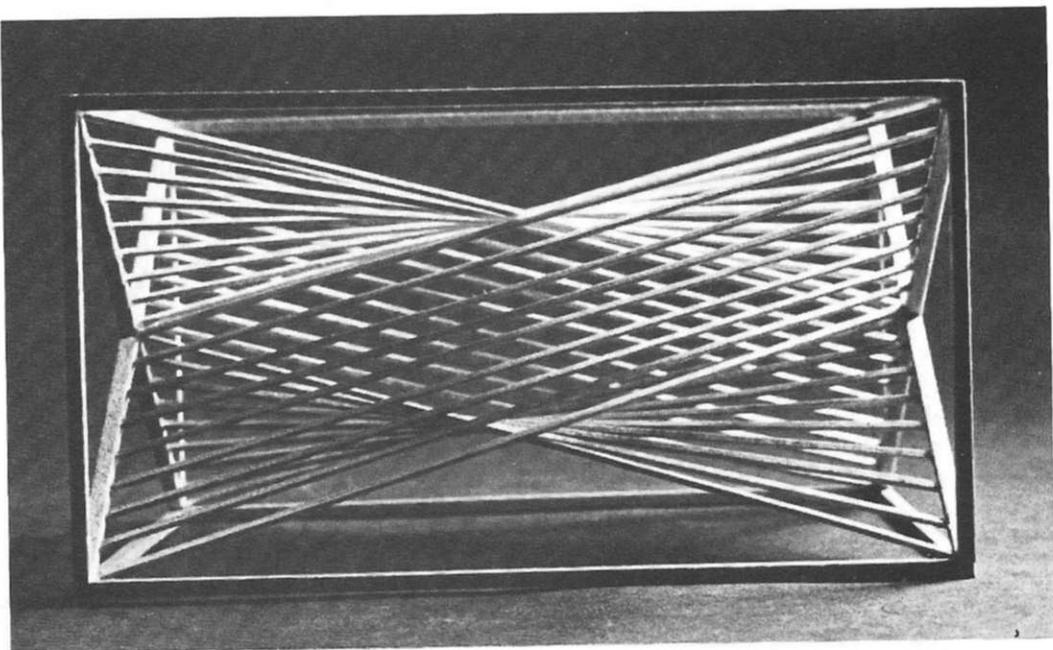


431



432

433



434

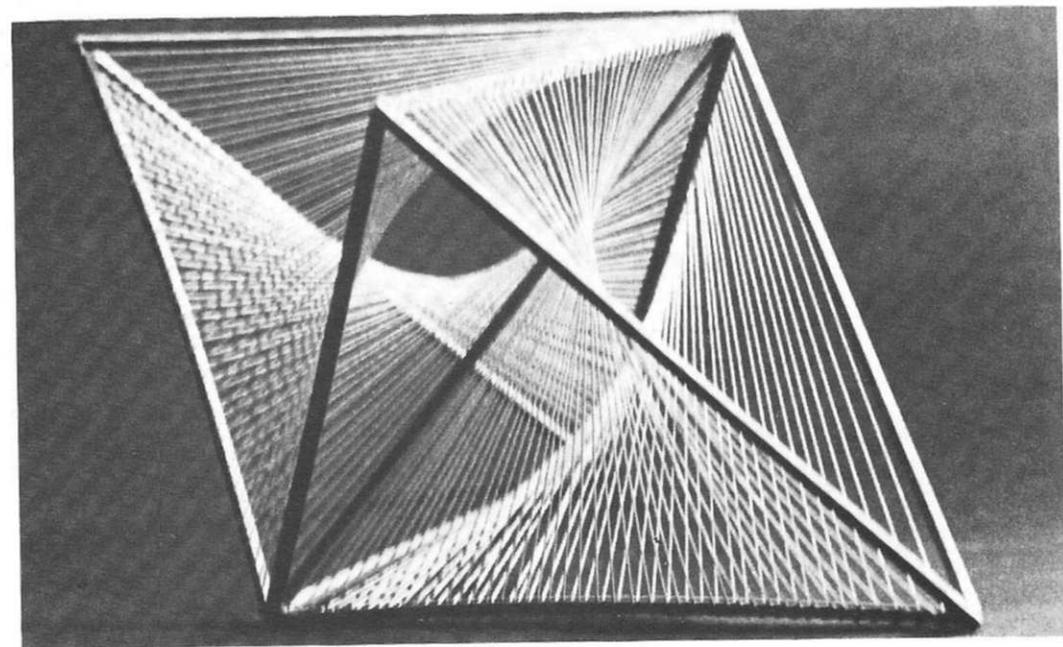
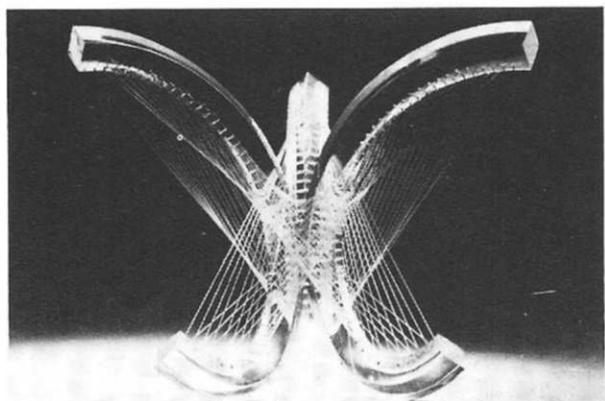


Figura 433. Aquí la estructura ha sido construida con dos marcos cuadrados y cuatro varillas paralelas de conexión, todas del mismo tamaño, perpendiculares a los cuadrados. Dentro de cada figura cuadrada se ha hecho una figura en X, y las líneas enlazadas se desarrollan entre ambas figuras en X.

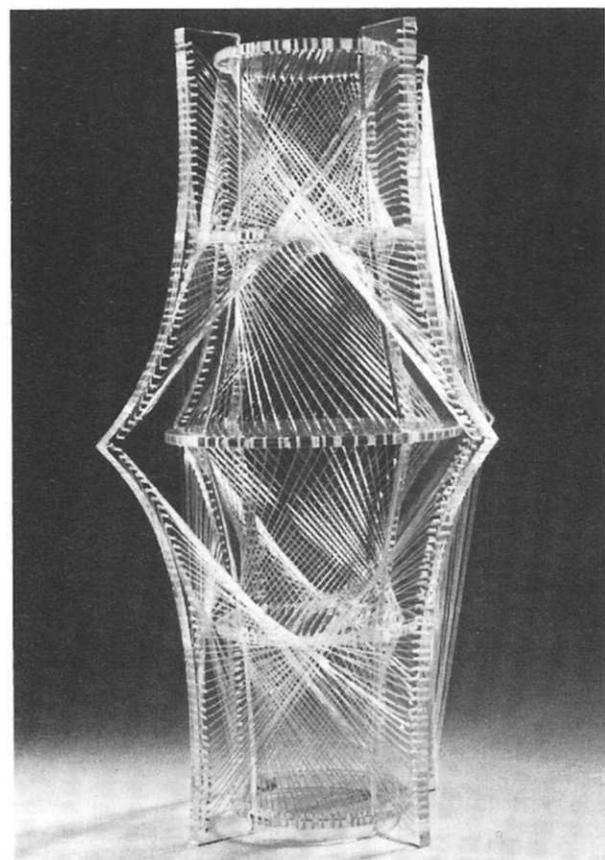
Figura 434. Se han utilizado ocho marcos en triángulo isósceles para esta estructura octaédrica. Se ha agregado una varilla interna entre los dos vértices opuestos, pero se han quitado dos varillas de la estructura exterior. Para las líneas enlazadas se usó hilo de algodón.

Figura 435. La estructura se compone de tres varillas curvilíneas de material plástico. El hilo de nylon está tejido hacia arriba y hacia abajo, formando una interesante red entre las curvas.

Figura 436. En esta estructura se han combinado cuatro figuras planas, de igual dibujo y tamaño, con cinco discos circulares de diversas medidas, todo ello con hojas de acrílico claro. Las líneas enlazadas en hilo de nylon se desarrollan entre los discos circulares, así como entre ellos y las figuras exteriores de soporte.



435



436

437

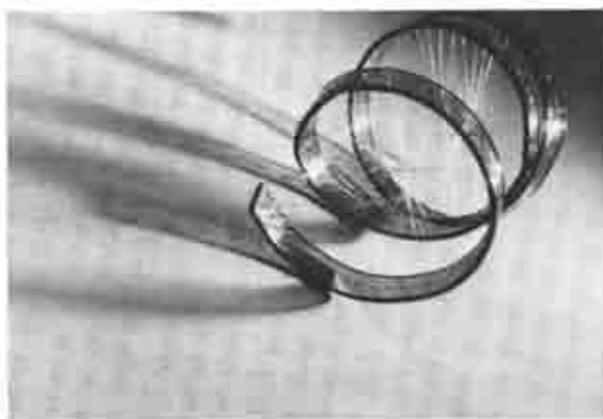


Figura 437. Aquí una banda de material plástico en espiral ha sido utilizada para el desarrollo de líneas enlazadas.

438

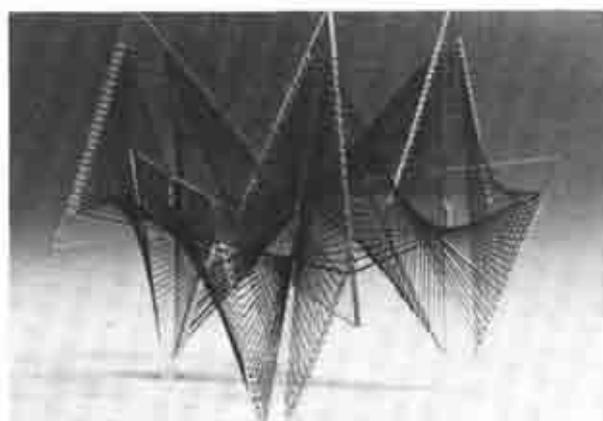


Figura 438. Diversas figuras triangulares, hechas con hojas de acrílico claro, componen esta estructura. El mayor interés del diseño está en las líneas enlazadas, que se destacan notoriamente entre los planos transparentes debido al color oscuro del hilo de algodón.

439

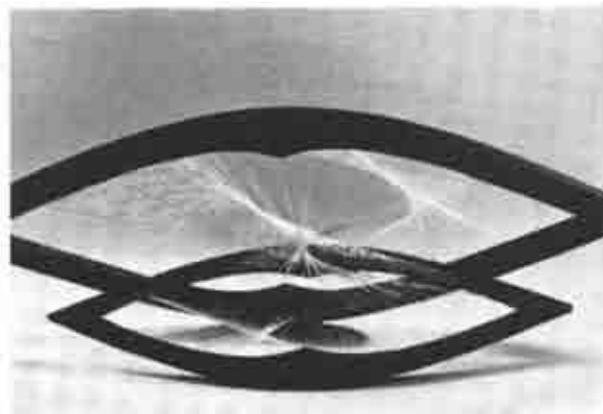


Figura 439. En este diseño, las figuras planas, hechas de hojas de acrílico opaco con color oscuro, son más prominentes que las líneas enlazadas de nylon, las que son transparentes e incoloras. El efecto es el opuesto al de la figura 438.

- Oti Aicher
Martin Krampen **Sistemas de signos en la comunicación visual**
Manual para diseñadores, arquitectos, planificadores y
analistas de sistemas
- AIGA (American
Institute
of Graphic Arts) **Símbolos de señalización**
- Gui Bonsiepe **El diseño de la Periferia**
Debates y experiencias
- Norberto Chaves **La imagen corporativa**
Teoría y metodología de la identificación institucional
- D. A. Dondis **La sintaxis de la imagen**
Introducción al alfabeto visual
- Harold Evans **Diseño y compaginación de la prensa diaria**
- Giorgio Fioravanti **Diseño y reproducción**
Notas históricas e información técnica para el impresor
y su cliente
- Adrian Frutiger **Signos. Símbolos. Marcas. Señales**
Elementos, Morfología. Representación. Significación
- Karl Gerstner **Diseñar programas**
- Allen Hurlburt **Diseño Foto/Gráfico**
Interacción del diseño con la fotografía
- John Christopher
Jones **Métodos de diseño**
- Harald Küppers **Fundamentos de la teoría de los colores**
- Bernd Löbach **Diseño industrial**
Bases para la configuración de los productos industriales
- Jordi Llovet **Ideología y metodología del diseño**
Una introducción crítica a la teoría proyectual
- Günter-Hugo
Magnus **Manual para dibujantes e ilustradores**
Una guía para el trabajo práctico
- Manfred Maier **Procesos elementales de proyectación y configuración**
Curso básico de la Escuela de Artes Aplicadas de Basilea
(4 vols.)

- Ernest J. McCormick **Ergonomía**
Factores humanos en Ingeniería y Diseño
- Jim Morgan **Marketing para la pequeña empresa de diseño**
- Josef Müller-Brockmann **Sistemas de retículas**
Un manual para diseñadores gráficos
- Bruno Munari **¿Cómo nacen los objetos?**
Apuntes para una metodología proyectual
- Bruno Munari **Diseño y comunicación visual**
Contribución a una metodología didáctica
- Ray Murray **Manual de técnicas para directores artísticos y diseñadores**
- Emil Ruder **Manual de diseño tipográfico**
- N. Sanders/
W. Bevington **Manual de producción del diseñador gráfico**
- Christopher Williams **Los orígenes de la forma**
- Wucius Wong **Fundamentos del diseño bi- y tri-dimensional**



Wucius WONG estudió en el Columbus College of Art and Design de Columbus (Ohio), y luego en el College of Art del Maryland Institute, de Baltimore (Maryland), donde obtuvo sus títulos de B.F.A. y M.F.A. Volvió a Hong Kong en 1965 y organizó cursos de arte y diseño en el Extramural Department de la Universidad China de Hong Kong. Entre 1967 y 1974 fue director adjunto en arte contemporáneo y diseño en el Museo de la Ciudad y en la Galería de Arte de Hong Kong. En 1974 ingresó al Politécnico de Hong Kong como profesor de diseño gráfico. Es además pintor interesado en la fusión de

las tradiciones oriental y occidental, habiendo expuesto con frecuencia en Hong Kong, Saigon, Manila, Taiwan, Saõ Paolo, Londres, Nueva York y otras ciudades de Estados Unidos. En 1970-1971 ganó una beca de la Fundación J.D.R., Nueva York, lo que le permitió visitar nuevamente Estados Unidos alrededor de diez meses, para observar las actividades en arte contemporáneo y pedagogía artística. Su primer libro, **PRINCIPIOS DEL DISEÑO BI-DIMENSIONAL**, fue publicado en 1972.

GG Diseño

Fundamentos del diseño bi- y tri-dimensional es un libro imprescindible para cuantos desean comprender qué reglas y según qué leyes se articula un diseño en cualquiera de sus dimensiones. El autor repasa de modo exhaustivo la naturaleza de los elementos que configuran los artificios visuales básicos y, especialmente, las relaciones formales entre ellos. En un lenguaje accesible y siempre acompañado de explícitas ilustraciones, el autor lleva al lector por este vasto espacio del «lenguaje» visual constituido por el diseño bi- y tri-dimensional, interesándose primordialmente por lo que hay detrás de la percepción formal: las leyes que determinan su constitución visual.

El propósito de Wucius Wong, evidente a través de toda la obra, no es otro que

descubrir y describir la lógica interna de tales fenómenos. Esta exploración visual está guiada por un pensamiento sistemático y ordenado, y su meta es de orden específicamente pedagógica. Por ello no es de extrañar que el autor desconfíe claramente de enfoques intuitivos y no reflexionados cuando hay que afrontar el problema de la formalización visual de un concepto o idea.

El libro va dirigido principalmente a diseñadores, estudiantes, arquitectos y todos aquellos —no necesariamente profesionales— que sienten una curiosidad cultural por esta «nueva profesión» del diseño.

ISBN 84-252-0926-9



9 788425 209260

Editorial Gustavo Gill, S.A.
08029 Barcelona, Rosselló, 87-89
Tel. 322 81 61 - Fax 322 92 05

IDESING