



1° de octubre de 2018

**H. Consejo Divisional  
Ciencias y Artes para el Diseño  
Presente**

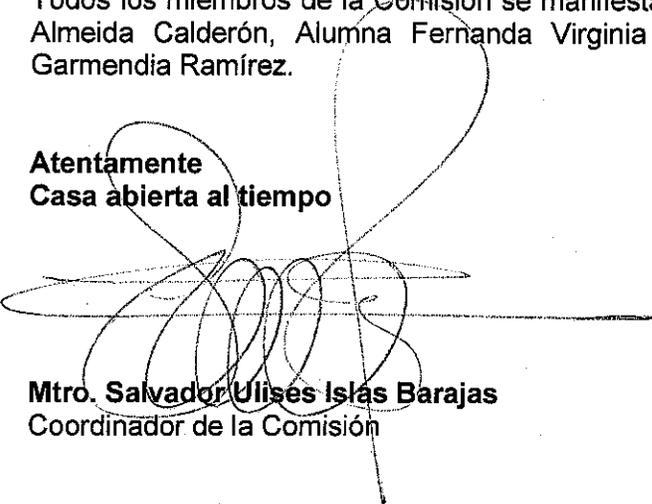
En cumplimiento al mandato que nos ha conferido el H. Consejo Divisional a la *Comisión encargada del análisis de las solicitudes de periodos o años sabáticos y de la evaluación de los informes de actividades desarrolladas en éstos, así como del análisis y evaluación de las solicitudes e informes de la beca para estudios de posgrado*, se procedió a revisar la solicitud de periodo sabático de la **D.I. Ana Isabel Vicente Vidal**, adscrita al Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo, en consecuencia se presenta el siguiente:

**Dictamen**

De acuerdo con el análisis de la documentación presentada por la profesora y toda vez que cumple con lo estipulado en el artículo 226 del RIPPPA, se recomienda aprobar la solicitud de periodo sabático por 18 meses, a partir del 14 de enero de 2019 al 13 de julio de 2020.

Todos los miembros de la Comisión se manifestaron a favor del dictamen: Dr. Edwing Antonio Almeida Calderón, Alumna Fernanda Virginia Lara Vergara y Asesor Dr. Gustavo Iván Garmendia Ramírez.

**Atentamente  
Casa abierta al tiempo**



**Mtro. Salvador Ulises Islas Barajas**  
Coordinador de la Comisión

26 de septiembre de 2018.

Ev.Jx.202.18

26/9/18  
JG

Dr. Marco Vinicio Ferruzca Navarro  
Presidente del H. Consejo Divisional de CyAD  
Presente.

**Asunto:** Solicitud de aprobación de periodo sabático.

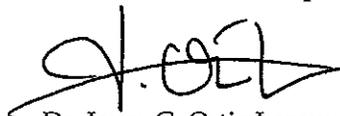
Adjunto al presente envío solicitud de periodo sabático de la **D.I. Ana Isabel Vicente Vidal** con número económico: 10081, contemplando un periodo de 18 meses a partir del 14 de enero de 2019 al 13 de julio de 2020, la cual forma parte del Departamento a mi cargo.

No existiendo inconveniente por nuestra parte, mucho agradeceré se sirva turnarlo a la comisión correspondiente para su análisis y aprobación.

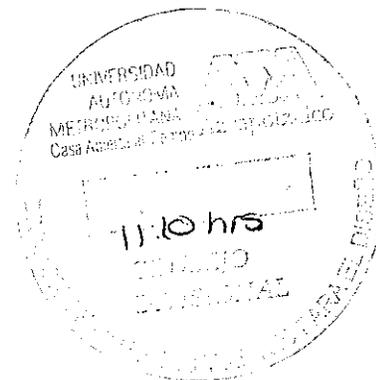
Aprovechando la ocasión para hacerle llegar un cordial saludo.

Atentamente.

"Casa Abierta al Tiempo"



Dr. Jorge G. Ortiz Leroux  
Jefe del Departamento de Evaluación  
del Diseño en el Tiempo.



Ciudad de México a 17 de septiembre de 2018.

**Dr. Jorge Ortiz Leroux**  
Jefe del Departamento de Evaluación  
División de Ciencias y Artes para el Diseño  
Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco  
PRESENTE

Estimado Dr. Ortiz Leroux

Por este medio le solicito, de la manera más atenta, sirva enviar al Consejo Divisional la solicitud de año sabático a partir del 14 de enero de 2019 al 13 de julio de 2020.

Dicha petición tiene como finalidad de realizar el proyecto de investigación Reflexiones sobre los Fundamentos del Diseño a partir de la obra de Robert G. Scott.

Agradezco de antemano su atención y aprovecho la oportunidad para enviarle un cordial saludo.

**Atentamente**

**"Casa Abierta al Tiempo"**



D.I. Ana Isabel Vicente Vidal Arcos  
Profesora Departamento de Evaluación del  
Diseño en el Tiempo.



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

FI-DRH-20 / 12182013

### SOLICITUD DE PERIODO SABÁTICO

DR. MARCO VINICIO FERRUZCA NAVARRO

FECHA DE ELABORACIÓN	DÍA	MES	AÑO
	19	09	2018

DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE: CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO DE LA UNIDAD AZCAPOTZALCO

APELLIDO PATERNO VICENTE VIDAL	APELLIDO MATERNO ARCOS	NOMBRE (S) ANA ISABEL	NÚM. DE EMPLEADO 10081
CATEGORÍA Y NIVEL: TITULAR "C" TIEMPO COMPLETO			
UNIDAD AZCAPOTZALCO	DIVISIÓN CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN Y DISEÑO	DEPARTAMENTO EVALUACIÓN DEL DISEÑO EN EL TIEMPO	
FECHA DE INGRESO A LA UAM COMO PERSONAL ACADÉMICO			
	DÍA 05	MES 01	AÑO 1982
ÚLTIMO PERIODO SABÁTICO DISFRUTADO, EN SU CASO	DEL	DÍA 01	MES 01
		AÑO 2002	AL
		DÍA 30	MES 10
		AÑO 2003	No. DE MESES 22

FECHA DEL PERIODO SABÁTICO SOLICITADO:	A PARTIR DEL	DÍA 14	MES 01	AÑO 2019	AL	DÍA 13	MES 07	AÑO 2020	No. DE MESES 18
<small>(PARA SER LLENADO POR LA OFICINA DEL CONSEJO DIVISIONAL)</small>									
APROBADO POR EL CONSEJO DIVISIONAL CON EL ACUERDO DE LA SESIÓN									

#### DOCUMENTOS QUE ACOMPAÑAN LA SOLICITUD:

- CONSTANCIA OFICIAL DE SERVICIOS EN LA UNIVERSIDAD
- PROGRAMA DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS A DESARROLLAR

INTERESADO

MTR. ANA ISABEL VICENTE VIDAL ARCOS  
FIRMA

APROBACIÓN DEL CONSEJO DIVISIONAL (PRESIDENTE)

DR. MARCO VINICIO FERRUZCA NAVARRO  
NOMBRE Y FIRMA

- T1 SUBDIRECCIÓN DE PERSONAL
- T2 ÁREA DE RECURSOS HUMANOS DE UNIDAD
- T3 CONSEJO DIVISIONAL
- T4 INTERESADO



## NÓMINA Y REGISTROS DE PERSONAL

Folio: CRH-NRP-246-2018  
Constancia Oficial para  
Período Sabático  
Número de Empleado: 10081

Viernes 14 de septiembre de 2018

Consejo Divisional de la  
División de Ciencias y Artes para el Diseño  
Presente

En mi carácter de Coordinadora de Recursos Humanos de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, hago constar:

La PROFRA. ANA ISABEL VICENTE VIDAL ARCOS (10081), labora en esta Institución como profesora de tiempo completo a partir del 01 de enero de 1982; actualmente adscrita a la División de Ciencias y Artes para el Diseño, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo, con categoría y nivel de TITULAR 'C', por tiempo indeterminado.

Cabe hacer mención que ha disfrutado de:

Período sabático por 6 Meses, del 01 de mayo de 1985 al 31 de octubre de 1985.  
Período sabático por 6 Meses, del 01 de marzo de 1989 al 31 de agosto de 1989.  
Período sabático por 22 Meses, del 01 de enero de 2002 al 30 de octubre de 2003.  
Licencia sin goce de sueldo del 01 de septiembre de 1992 al 28 de febrero de 1993.

Se extiende la presente para los fines a que haya lugar.

**Atentamente**  
**Casa abierta al tiempo**

Lic. Nora Edith Salas Alvarado  
Coordinadora de Recursos Humanos

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
Casa abierta al tiempo

17 SEP 2018

COORDINACIÓN DE  
RECURSOS HUMANOS

Constancia válida con sello de la Universidad y firma del responsable  
BGM/gzg

## **Cálculo para Período Sabático**

Viernes 14 de septiembre de 2018

Número de Empleado: 10081

La PROFRA. ANA ISABEL VICENTE VIDAL ARCOS (10081), labora en esta Institución como profesora de tiempo completo a partir del 01 de enero de 1982; actualmente adscrita a la División de Ciencias y Artes para el Diseño, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo, con categoría y nivel de TITULAR 'C', por tiempo indeterminado.

Cabe hacer mención que ha disfrutado de:

Período Sabático disfrutado del: 01 de mayo de 1985 al 31 de octubre de 1985.

Tiempo Disfrutado: 6 Meses 3 Días.

Período Sabático disfrutado del: 01 de marzo de 1989 al 31 de agosto de 1989.

Tiempo Disfrutado: 6 Meses 3 Días.

Período Sabático disfrutado del: 01 de enero de 2002 al 30 de octubre de 2003.

Tiempo Disfrutado: 1 Año 10 Meses 2 Días.

Licencia sin goce de sueldo del 01 de septiembre de 1992 al 28 de febrero de 1993.

Tiene de derecho a 32 meses de sabático.

Plan de actividades de la D.I. Ana Isabel Vicente Vidal Arcos, para realizar durante su período sabático de diez y ocho meses, del 14 de enero 2019 al 13 de julio de 2020.

Cronograma de trabajo				
Trimestres con fechas del calendario UAUm	2019			2020
Activades 2019 -2020	2019 -I	2019 - P	2019- O	2020-I
Reflexiones sobre los Fundamentos del Diseño a partir de la obra de Robert G. Scott.				
<b>Objetivos.-</b> Manejo del lenguaje viasual a partir de los componentes de la obra				
<b>Metas.-</b> Identificacione de las relaciones estructurales y visuales de una obra.				
<b>Diseño y elaboración didactico.-</b> de apoyo a la enseñanza del Lenguaje Básico				



D.I. Ana Isabel Vicente Vidal Arcos  
Profesora Investigadora



Dr. Jorge Gabriel Ortiz Leroux  
Jefe Del Departamento de Evaluación del  
Diseño en el Tiempo

Anexo productos de periodos sabáticos de 2002 al 2003

Descripción de mi proyecto Sabático

**Ana Isabel Vicente Vidal Arcos**

Manejo del lenguaje visual a partir de los conceptos de la forma función y expresión.

Las necesidades humanas son muy complejas, todas ellas presentan dos aspectos funcional entendiendo "función" el uso específico a que se destina una cosa; y otro expresivo, esto varía según las necesidades.

El proceso de diseño:

Causa primera: el motivo, cual quiera que sea, para encontrar la necesidad humana, se llama causa primera aquella sin la cual no habría diseño.

Causa formal; vemos una forma preliminar, tenemos una idea acerca de los materiales que hemos de emplear imaginar ensambles.

Causa material; no es factible imaginar una forma real si no es en algún material.

Artes Visuales:

Relaciones visuales y estructurales.

Existen porque las vemos mantiene unidad la obra. El tamaño la forma, su capacidad de reflejar la luz, disposición de las partes todo unido constituye un sistema.

Causa material

Causa Técnica

Contraste (sostén de la forma)

Cualidades tonales; Valor, matiz, intensidad

Textura visual táctil

Relación figura fondo

Organización de la figura

Atracción y valor de atención

Organización de los elementos figura

Movimiento y equilibrio

Arriba- abajo y derecha-izquierda

Adelante – Atrás

Movimiento y equilibrio

Proporción y ritmo

Color: control pigmento tonos, escalas, psicología, contrastes

Organización tridimensional, proyección, cualidades de composición estructura visual.

Meta: Diseño y elaboración de un material didáctico, ejercicios prácticos sencillos que se apliquen a los alumnos del primer trimestre de CyAD de Tronco Común Lenguaje Básico.

Anexo: Productos del Periodo Sabático 2002-2003 ultimo





COORDINACIÓN DE RECURSOS HUMANOS - SERVICIOS Y REGISTROS

01 DIC -6- 13-03

04 de diciembre del 2001

CRH-R-513/01

ASUNTO: Solicitud de Autorización de periodo sabático para la Profra. Ana Isabel Vicente Vidal Arcos (10081).

MTRO. HECTOR SCHWABE MAYAGOITIA  
PRESIDENTE DEL CONSEJO DIVISIONAL DE  
CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO  
PRESENTE:

Por este conducto, me permito informar a usted que se autoriza el disfrute de un periodo sabático para la PROFRA. ANA ISABEL VICENTE VIDAL ARCOS (10081), por un lapso de 22 meses a partir del 01 de enero del 2002 al 30 de octubre del 2003.

Lo anterior según acuerdo en la segunda sesión 302 ordinaria del vigésimo séptimo consejo divisional celebra el pasado 29 de noviembre del presente año.

Sin otro particular por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente,  
"CASA ABIERTA AL TIEMPO"

LIC. FERNANDO A. DECELIS BURGUETE  
COORDINADOR

*Maxor acuerdo*

- Lic. Joaquin Uribe y Rubi - Subdirector de personal
- Lic. Manuel Vera Arzave - Jefe de Depto. Ingr. Prom. Pers. Acad.
- Mtro. Cristian E. Leriche Guzmán - Secretario de Unidad.
- Dr. Sergio Tamayo Flores Alatorre - Jefe de Depto. de Evaluación
- Profra. Ana Isabel Vicente Vidal - Depto. de Evaluación

Expediente (10081)  
Minutario  
Acuse  
EJG/yfl.

*Oficia de aprobación  
de esta fecha*

SACD/CYAD/274/05

ACUERDO 357-7

22 de julio del 2005

**D.I. ANA ISABEL VICENTE VIDAL ARCOS  
PROFA. DEL DEPTO. DE EVALUACIÓN  
DEL DISEÑO  
PRESENTE**

Por este conducto me permito informar a usted que en la Sesión 357 Urgente del Trigésimo Primer Consejo Divisional, celebrada el día 21 de julio del 2005, fue dado por recibido su reporte de actividades realizadas durante su sabático, consistente en el desarrollo de la investigación titulada "Apoyo Didáctico y Recopilación de Material para las Materias de Tronco Común Operativo I y II"

Lo anterior lo hago de su conocimiento para los fines a que haya.

Sin otro particular por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente  
"CASA ABIERTA AL TIEMPO"



ARQ. JUANA CECILIA ANGELES CAÑEDO  
Secretaría

c.c.p. Mtra. Paloma Ibañez Villalobos.- Jefa del Depto. de Evaluación del Diseño

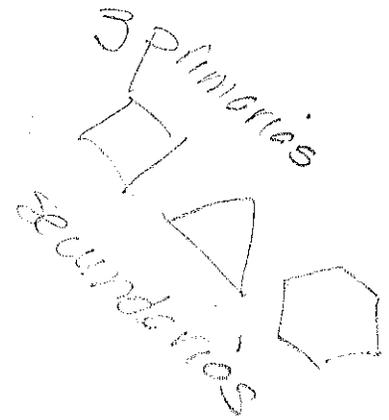
# LENGUAJE BASICO

APUNTES DE APOYO PARA  
TRONCO COMUN  
OPERATIVO I

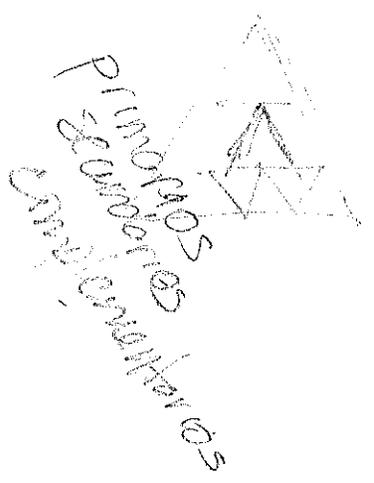
POR: D.I. ANA ISABEL VICENTE VIDAL ARCOS.

# INDICE

- INTRODUCCION
- PUNTO
- LINEA
- COMPOSICION. LOS FUNDAMENTOS SINTACTIVOS DE LA ALFABETIDAD.
- PERCEPCION Y COMUNICACIÓN VISUAL
- FORMA
- EQUILIBRIO
- TENSION
- DIRECCION
- ESCALA
- DIMENSION
- MOVIMIENTO
- RITMO
- PREGNANCIA
- SIMETRIA
- TEXTURA
- ABSTRACCION
- PROPORCION ESPACIAL
- RETICULAS — *Redes Cromatísticas*
- COLOR
- ESCALA
- BIBLIOGRAFIA



VISUAL  
TACTIL



TRIANGULO  
DE  
GOETHE

## INTRODUCCIÓN

Elementos de diseño, son la base de futuras discusiones los elementos están relacionados entre sí y no pueden ser fácilmente separados en nuestra experiencia visual general. Tomados por separado, pueden parecer bastante abstracto, pero reunidos determinan la apariencia definitiva y el contenido de un diseño.

Se distinguen cuatro grupos elementales:

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

a) Los elementos conceptuales no son visibles. No existen de hecho, sino que parecen estar presentes por ej. 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.

Punto

Línea

Plano

Volumen

b) Elementos visuales. Cuando dibujamos un objeto en el papel empleamos una línea visible para representar una línea conceptual. La línea tiene largo y ancho, color y textura. Así cuando los elementos conceptuales se hacen visuales, tienen forma, medida, color y textura.

Los elementos visuales forman la parte más prominente de un diseño, por que son los que realmente vemos.

c) Elementos de relación. Este grupo de elemento 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
- b) Posición
- c) Espacio
- d) Gravedad
- e) Elementos Prácticos. Los elementos prácticos subyacen el contenido y el alcance de un diseño. Están mas allá del alcance de cualquier libro de diseño grafico:
  - a) Representación
  - b) Significado
  - c) Función

## EL PUNTO

Señal que localiza la posición de toda línea o figura. No tiene longitud ni anchura y no tiene que ser visible. El cruce de dos líneas.

La idea de punto debe comprenderse en una idea muy amplia. Todas las figuras planas que tienen un centro y son percibidas como formas cerradas, pueden describirse como formadas por puntos. Es la unidad más simple, mínima de comunicación visual. En la naturaleza la redondez es la formulación más corriente. Cuando hacemos una marca, sea con color, con una sustancia dura o con un palo, concebimos ese elemento visual como un punto que pueda servir de referencia o como un marcador de espacio. Cualquier punto tiene una fuerza visual grande de atracción sobre el ojo. Dos puntos constituyen una sólida herramienta para la medición del espacio. Cuanto mas complicadas sean las mediciones necesarias en un plan visual, mas puntos se emplearan.

### Dibujo

La capacidad única de una serie de puntos para guiar el ojo se intensifica cuanto mas próximos están los puntos entre si.

Foto de los alumnos

Los ejercicios con puntos el elemento grafico mas importante son particularmente instructivos cuando se llevan a cabo en el medio de la litografía.

Desde el punto de vista técnico, examinar la movilidad del punto. Cuando cualquier obra pictórica es transferida a una superficie de impresión, el punto es lo único que permite reproducir tonos de valores graduados, colores transiciones y fusiones. Toda la técnica de la reproducción grafica se basa en la pequeña unidad del punto.

## EL PUNTO

Es la unidad más simple, irreductiblemente mínima, de comunicación visual. En la naturaleza, la redondez es la formulación más corriente, siendo una rareza en el estado natural la recta o el cuadrado. Cuando un líquido cualquiera se vierte sobre una superficie, adopta una forma redondeada aunque no simule un punto perfecto. Cuando hacemos una marca, sea con color, con una sustancia dura o con un palo, concebimos ese elemento visual como un punto que pueda servir de referencia o como un marcador de espacio. Cualquier punto tiene una fuerza visual grande de atracción sobre el ojo, tanto si su existencia es natural como ha sido colocado allí por el hombre con algún propósito.

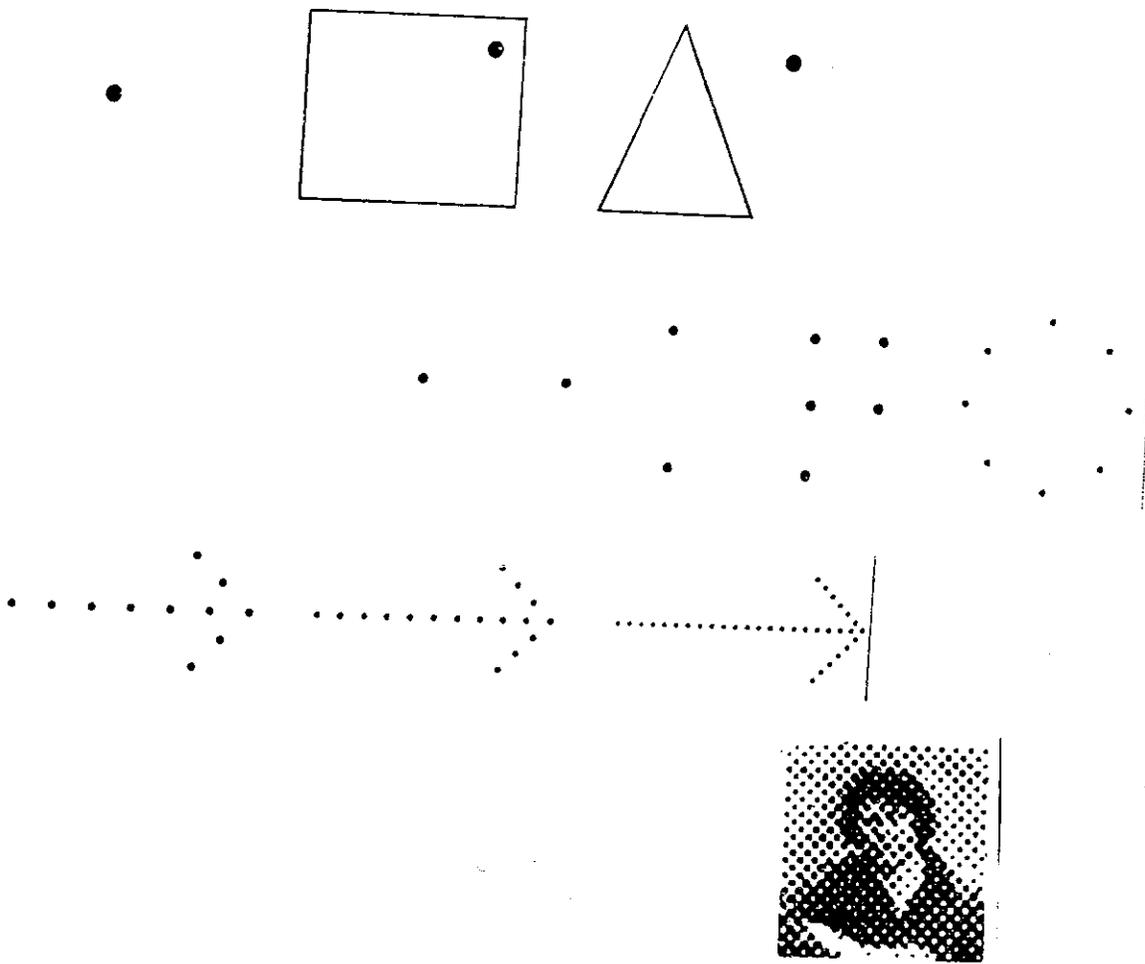
Dos puntos constituyen una sólida herramienta para la medición del espacio en el entorno o en el desarrollo de cualquier clase de plan visual. Aprendemos pronto a utilizar el punto como sistema de notación ideal junto con la regla y otros artificios de medición como el compás. Cuanto más complicadas sean las mediciones necesarias en un plan visual, más puntos se emplearán.

Cuando los vemos, los puntos se conectan y por tanto son capaces de dirigir la mirada. En gran cantidad y yuxtapuestos, los puntos crean la ilusión de tono o color que, como ya se ha observado, es el hecho visual en que se basan los medios mecánicos para la reproducción de cualquier tono continuo.

Seurat en sus pinturas puntillistas, que son notablemente variadas en tono y color, exploró el fenómeno perceptivo de la fusión visual, aunque utilizó sólo cuatro botes de pintura -amarilla, roja, azul y negra- y la aplico con pinceles finos puntiagudos. Todos los impresionistas investigaron el proceso de la mezcla, el contraste y la organización que tenía lugar ante los ojos del

observador. Envolvente y excitante; este proceso era en ciertos aspectos similares a algunos de las más recientes teorías de McLuhan según las cuales la participación y el compromiso visual que se dan en el acto del ver forman parte del significado. Pero nadie probó sus posibilidades de una forma tan completa como Seurat quien, en sus esfuerzos, parece haberse anticipado al fotograbado en cuatricromía, proceso por el cual se reproducen hoy en las imprentas casi todas las fotografías y dibujos en cuatricromía a todo color.

La capacidad única de una serie de puntos para guiar el ojo se intensifica cuanto más próximos están los puntos entre sí.



## LINEA

a. Recorrido trazado por un punto móvil o una serie de puntos, con un principio y un fin, o dos puntos extremos, Una línea conceptual tiene longitud pero no tiene anchura.

La línea puede definirse como un punto en movimiento o como la historia del movimiento de un punto.

Es a través de la línea, como comprendemos mejor a los objetos que nos rodean, puesto que la línea define su contorno y por lo tanto su configuración.

La línea raramente existe en la naturaleza, pero aparece en el entorno: una grieta en la acera, los alambres del teléfono recortándose contra el cielo, las ramas desnudas en invierno, un puente colgante, etc.

En las artes visuales la línea a causa de su naturaleza tiene una enorme energía, nunca es estática es infatigable y el elemento visual del boceto por excelencia.

Siempre que se emplea, la línea es el instrumento esencial de la previsualización, el medio de presentar en forma palpable aquello que solo existe en la imaginación. Por ello es enormemente útil para el proceso visual. Su fluida cualidad ayuda a la flexibilidad y libertad de la experimentación pero no es vaga, al contrario es precisa, tiene una dirección y un propósito, va a algún sitio, cumple algo definido.

La línea es también un instrumento para los sistemas de rotación, por ejemplo, para la escritura. El dibujo de mapas, la escritura, los símbolos eléctricos y la música, son otros tantos ejemplos de sistemas simbólicos en los que la línea es el elemento más importante. En arte es el elemento

esencial del dibujo, encierra la información visual que se ha reducido a toda información superflua y solo queda lo esencial.

La línea puede adoptar formas muy distintas, puede ser muy inflexible e indisciplinada, como en los bocetos par aprovechar su espontaneidad expresiva.

Puede ser vacilante, indecisa, interrogante, cuando es simplemente una prueba visual en busca de un diseño. Puede ser tan personal como un manuscrito adoptando la forma de curvas nerviosas, refleja de la actividad inconsciente, bajo la presión del pensamiento o como un pasatiempo en momentos de hastío.

La línea puede ser:

Recta. Definir como secuencia de puntos con dirección específica o también la mínima distancia entre dos puntos.

Curva. Puede explicarse como una secuencia de puntos sin dirección determinada, o de progresión logarítmica.

Línea Mixta. Combinación de segmentos rectilíneos de distinta longitud.

Línea Interrumpida. Ya sea curva o recta con interrupciones rítmicas en su trazo.

Línea Quebrada. Ya sea curva o recta, constituye una secuencia de puntos sin dirección específica.

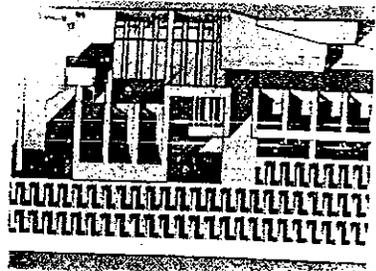
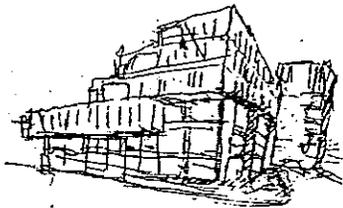
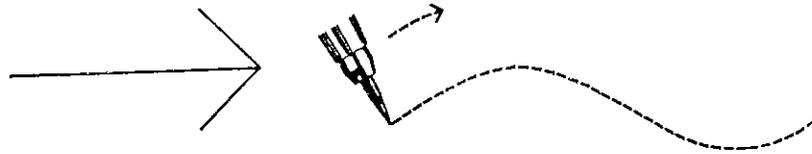
La línea forma el borde de un plano; su color y textura quedan determinados por los materiales que usamos, y por la forma en que los usamos.

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 un criterio absoluto.



## COMPOSICIÓN: LOS FUNDAMENTOS SINTACTIVOS DE LA ALFABETIDAD VISUAL

El proceso de composición es el paso más importante en la resolución del problema visual. Los resultados de las decisiones compositivas marcan el propósito y el significado de la declaración visual y tienen fuertes implicaciones sobre lo que recibe el espectador. En esta etapa vital del proceso creativo, es donde el comunicador visual ejerce el control más fuerte sobre su trabajo y donde tienen la mayor oportunidad para expresar el estado de ánimo total que se quiere transmitir a la obra.

Pero el modo visual no prescribe sistemas estructurales absolutos.

¿Cómo podemos controlar nuestros complejos medios visuales con cierta certidumbre de que al final habrá un significado compartido? En el lenguaje, la sintaxis significa la disposición ordenada de palabras en una forma y una ordenación apropiadas. Se definen unas reglas y lo único que hemos de hacer es aprenderlas y usarlas inteligentemente. Pero en el contexto de la alfabetización visual, sintaxis sólo puede significar la disposición ordenada de partes y siguen en pie el problema de cómo abordar el proceso de composición con inteligencia y saber cómo afectarán las decisiones compositivas al resultado final. No existen reglas absolutas sino cierto grado de comprensión de lo que ocurrirá en términos de significados si disponemos las partes de determinadas maneras para obtener una organización y una orquestación de los medios visuales.

Muchos criterios para la comprensión del significado de la forma visual, del potencial sintético de la estructura en la alfabetización visual, surgen de investigar el proceso de la percepción humana.

## PERCEPCIÓN Y COMUNICACIÓN VISUAL

En la confección de mensajes visuales, el significado no estriba sólo en los efectos acumulativos de la disposición de los elementos básicos sino también en el mecanismo perceptivo que comparte universalmente el organismo humano. Por decirlo con palabras más sencillas; creamos un diseño a partir de muchos colores, contornos, texturas, tonos y proporciones relativas. Interrelacionamos activamente esos elementos; y pretendemos un significado. El resultado es la composición, la intención del artista, el fotógrafo o el diseñador. Es un input. Ver es otro paso distinto de la comunicación visual. Es el proceso de absorber información dentro del sistema nervioso a través de los ojos, del sentido de la vista. Este proceso y esta capacidad es común a todas las personas en mayor o menor grado, y encuentra su significado en el significado compartido. Los dos pasos, el ver y el diseñar y/o la confección son interdependientes tanto para el significado en sentido general como para el mensaje en el caso de que se intente responder a una comunicación específica. Entre el significado general, estado de ánimo o ambiente de la información visual y un mensaje específico y definido se interpone todavía otro campo del significado visual, la funcionalidad en aquellos objetos que son diseñados, realizados y manufacturados para servir a un propósito. Aunque pueda parecer que el mensaje de estas obras es secundario respecto a su viabilidad, los hechos prueban lo contrario. Las ropas, las casas, los edificios públicos e incluso las tallas y decoraciones del artesano aficionado nos dicen muchas cosas de las personas que los diseñaron y los eligieron. Además, nuestra comprensión de una cultura depende del estudio del mundo que sus miembros construyeron y de las herramientas, artefactos y obras de arte que crearon.

En primer lugar, el acto de ver implica una respuesta a la luz. En otras palabras, el elemento más importante y necesario de la experiencia visual es de carácter tonal. Todos los demás elementos visuales se nos revelan mediante la luz, pero resultan secundarios respecto al elemento tono que es, de hecho, luz o ausencia de luz, lo que nos revela y ofrece la luz es la sustancia mediante la cual el hombre da forma e imagen lo que reconoce e identifica en el entorno, es decir, todos los demás elementos visuales: línea, color, contorno, dirección, textura, escala, dimensión, movimiento. Qué elementos dominan en qué declaraciones visuales es algo que está determinado por la índole de lo que se diseña o, en el caso de la naturaleza, de lo que existe. Pero cuando definimos elementalmente la pintura diciendo que es tonal, que tiene una referencia de contorno y en consecuencia una dirección, una textura y un tono de color, posiblemente una referencia de escala y desde luego ni dimensión ni movimiento salvo por implicación, en realidad, ni siquiera estamos empezando a definir el potencial visual de la pintura. Las posibles variantes de una declaración visual que se ajuste exactamente a esta descripción son literalmente infinitas. Esas variaciones dependen de la expresión subjetiva del artista vía el énfasis sobre ciertos elementos a favor de otros y la manipulación de aquellos elementos mediante la elección estratégica de técnicas. El artista encuentra su significado en esas elecciones.

El resultado final es la verdadera declaración del artista. Pero el significado depende asimismo de la respuesta del espectador. Este también modifica e interpreta a través de sus propios criterios subjetivos. Hay sólo un factor que sea moneda corriente entre artistas y público, en realidad, entre todos los hombres; el sistema físico de sus percepciones visuales, los

## FORMA

Esta es la figura o aspecto externo de un cuerpo, cosa, objeto o plano material. Su atracción podrá ser racional o intuitiva y más potente que la línea cuando tiene un buen dibujo, una excelente armonía o contraste de valores y colores y destaque bien sobre un fondo. Toda forma debe de ser inherente al objeto y ha de estar ajustada a la ficción que aquel tiene que Realizar, a los materiales y al procedimiento de fabricación.

Antes de estructurar una forma conveniente para determinada función debe inquirirse su concreta finalidad, de que hay que hacerla y como se hará.

Sullivan, en 1890, proclamo la vieja verdad de que "la función determina la forma y la forma expresa la función".

El uso es la razón de la existencia de una forma, de su justificación y de su fin; comprendiendo su destino y revelándolo con arte y precisión es como aquella adquiere significación.

La forma como punto, una forma es reconocida como punto porque es pequeña.

La forma como línea, es reconocida como línea por dos razones a) su ancho es extremadamente estrecho; b) su longitud es prominente.

La forma como plano, una forma plana esta limitada por líneas conceptuales que constituyen los bordes de la forma. Las formas planas tienen una variedad de figuras, que pueden ser clasificadas como: a) Geométricas, construidas matemáticamente, b) Orgánicas, rodeadas por curvas libres, que sugieren fluidez y desarrollo, c) Rectilíneas, limitadas por líneas rectas que no están relacionadas matemáticamente entre si, d) Irregulares, limitadas por líneas rectas y curvas que no están relacionadas matemáticamente entre si, e) Manuscritas, caligráficas o creadas a mano alzada, f) Accidentales,

determinadas por el efecto de procesos o materiales especiales', u obtenidas accidentalmente. Las formas planas pueden ser sugeridas por medio del dibujo.

Los puntos o líneas, agrupados en forma densa y regular, pueden sugerir asimismo formas planas.

La forma como volumen, es completamente ilusoria y exige una especial situación espacial.

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".

En el diseño en blanco y negro, tendemos a considerar al negro como ocupado y al blanco como vacío.

## EQUILIBRIO

La influencia psicológica y física más importante sobre la percepción humana es la necesidad de equilibrio del hombre, la necesidad de tener sus dos pies firmemente asentados sobre el suelo y saber que ha de permanecer vertical en cualquier circunstancia, en cualquier actitud, con un grado razonable de certidumbre. El equilibrio es, pues, la referencia visual más fuerte y firme del hombre, su base consciente e inconsciente para la formulación de juicios visuales. Lo extraordinario es que, aunque todos los patterns visuales tienen un centro de gravedad técnicamente calculable, no hay un método de cálculo tan rápido, exacto y automático como la sensación intuitiva de equilibrio que es inherente a las percepciones del hombre.

Por eso el constructor horizontal-vertical es la relación básica del hombre con su entorno. Sin embargo, más allá del equilibrio sencillo y estático que se ilustra en la figura 2.1 está el proceso de reajuste a cada variación de peso que se verifica mediante una respuesta de contrapeso (figs. 2.2 y 2.3). Esta conciencia interiorizada de verticalidad firme en relación con una base estable se expresa exteriormente mediante la configuración visual de la figura 2.4, mediante una relación horizontal-vertical de lo que se está viendo en la figura 2.5 y mediante su peso relativo referido a un estado equilibrado (fig. 2.6). El equilibrio es tan fundamental en la naturaleza como el hombre. Es el estado opuesto al colapso. Podemos medir el efecto del desequilibrio observando el aspecto de alarma que hay en el rostro de una víctima que ha sido empujada, hasta perderlo súbitamente y sin previo aviso.

En la expresión o interpretación visual este proceso de estabilización impone a todas las cosas vistas y planeadas un "eje" vertical con un referente

secundario horizontal; entre los dos establecen los factores estructurales que miden el equilibrio. Este eje visual se denomina también eje sentido, lo cual expresa mejor la presencia no vista, pero dominadora del eje en el acto de ver. Es una constante inconsciente.



figura 2.1

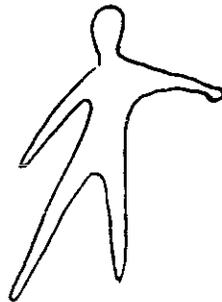


figura 2.2



figura 2.3

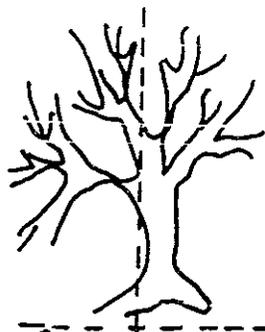


figura 2.4



figura 2.5

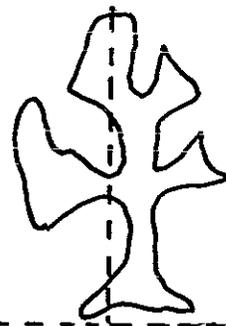


figura 2.6

## EQUILIBRIO

Dentro de las técnicas visuales, y después del contraste, la más importante es la del equilibrio (fig. 6.4). Su importancia primordial se basa en el funcionamiento de la percepción humana y en la intensa necesidad de equilibrio, que se manifiesta tanto en el diseño como en la reacción ante una declaración visual. Su opuesto sobre un espectro continuo de inestabilidad. El equilibrio es una estrategia de diseño en la que hay un centro de gravedad a medio camino entre dos pasos. La inestabilidad (fig. 6.5) es la ausencia de equilibrio y da lugar a formulaciones visuales muy provocadoras e inquietantes.

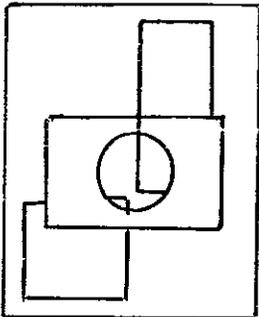


figura 6.4

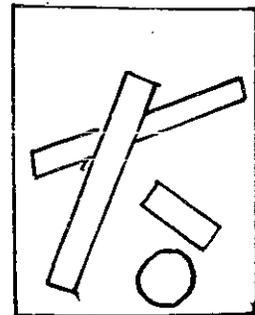


figura 6.5

## TENSIÓN

Muchas cosas del entorno no parecen tener estabilidad. El círculo es un buen ejemplo de ello. Por mucho que lo miremos esta sensación permanece (fig. 2.7), pero en el acto de verlo suprimimos esa carencia de estabilidad imponiéndole el eje vertical que analiza y determina su equilibrio en cuanto forma (fig. 2.8) y añadiendo después (fig. 2.9) la base horizontal como referencia que completa la sensación de estabilidad.

Proyecta los factores estructurales ocultos (o sentidos) sobre formas regulares como el círculo, el cuadrado o el triángulo equilátero es relativamente sencillo y fácil de comprender, pero cuando una forma es irregular, el análisis y el establecimiento del equilibrio resulta más complejo (fig. 2.10). Este proceso de estabilización se puede poner de manifiesto con más claridad recurriendo a una secuencia de ligeros cambios en los ejemplos y las respuestas a la posición del eje sentido ante el estado cambiante del equilibrio, fig. 2.11.

Este proceso de ordenación, de reconocimiento intuitivo de la regularidad o de la falta de ella, es inconsciente y no requiere explicación ni verbalización. Tanto para el emisor como para el receptor de la información visual, la falta de equilibrio y regularidad es un factor desorientador. En otras palabras, es el medio visual más eficaz para crear un efecto en respuesta al propósito del mensaje, efecto que tiene un potencial económico y directo en la transmisión de la información de la información visual.

Las opciones visuales son polaridades, de regularidad y sencillez (fig. 2.12) por un lado, de complejidad y variación inesperada (fig. 2.13) por otro. La elección entre estas opciones rige la respuesta relativa que va del reposo y la relajación a la tensión (stress).

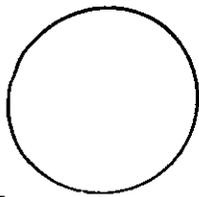


figura 2.7

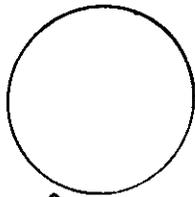


figura 2.8

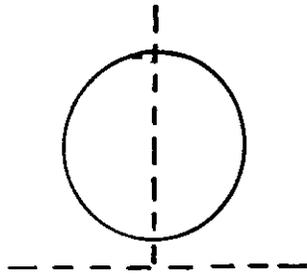
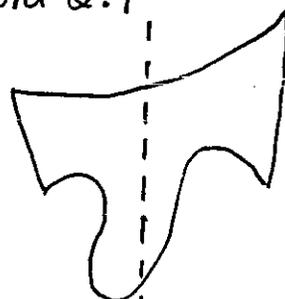
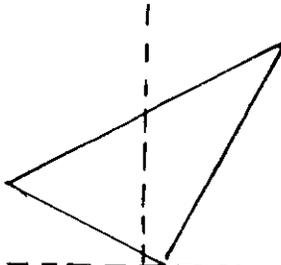
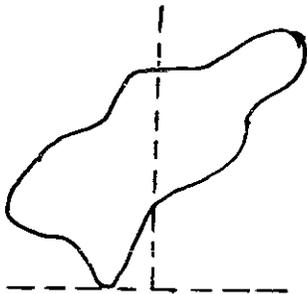
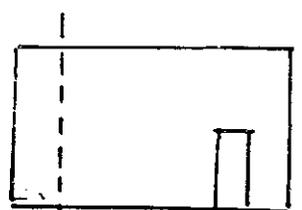
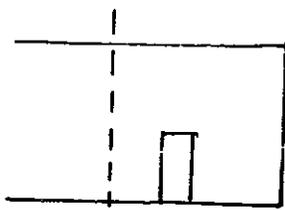
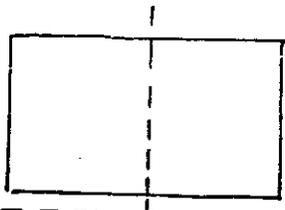


figura 2.9



figuras 2.10



figuras 2.11

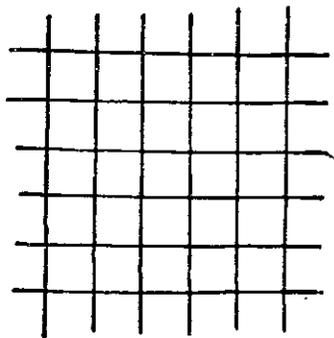


figura 2.12  
Descanso

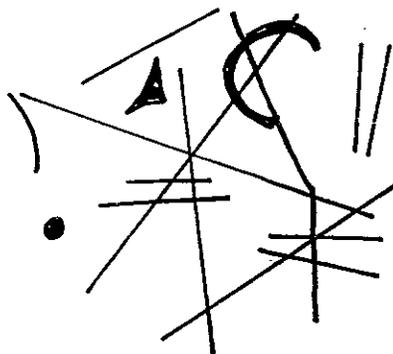


figura 2.13  
Fuerza

En contornos más complicados, naturalmente es más difícil establecer el eje sentido, pero el proceso sigue conservando su importancia compositiva. Son estos sencillos ejemplos de un fenómeno que sigue siendo cierto, no sólo en los contornos complejos, sino también en las composiciones complicadas. Independientemente de la disposición de los elementos, el ojo busca el eje sentido en cualquier hecho visual y dentro de un proceso incesante de establecimiento de un equilibrio relativo. En un tríptico, la información visual del panel central adquiere preferencia compositiva sobre la de los paneles laterales. El área axial de cualquier campo es lo que miramos primero; allí esperamos ver algo.

Lo mismo ocurre con la información visual de la mitad inferior de cualquier campo; el ojo se siente atraído hacia ese lugar en el paso secundario del establecimiento del equilibrio mediante la referencia horizontal.

Pero el poder de lo previsible palidece ante el poder de la sorpresa.

Armonía y estabilidad son polos de lo visualmente inesperado y de lo generador de tensiones en la composición. Estos opuestos se denominan en psicología nivelación aguzamiento (leveling y sharpening). En un campo visual rectangular, un ejercicio sencillo de nivelación sería colocar un punto en el centro geométrico de un mapa estructural (fig.2.21)

La situación del punto, tal como aparece en la figura 2.22, no ofrece sorpresa visual; es totalmente armoniosa. La colocación del punto en la esquina derecha (fig. 2.23) provoca aguzamiento. El punto es excéntrico no sólo respecto de la estructura vertical si no también respecto de la horizontal, tal como aparece en la figura 2.24. Ni siquiera se reajusta a los componentes diagonales del mapa estructural (fig. 2.25). En ambos casos, nivelación

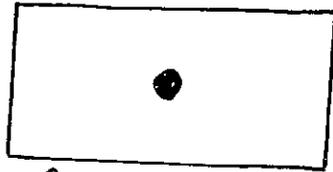


figura 2.21

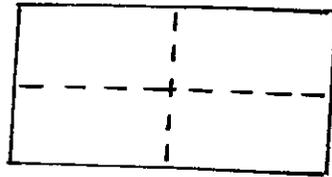


figura 2.22

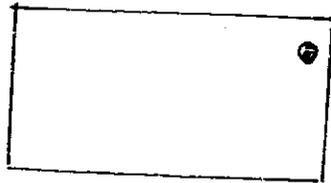


figura 2.23

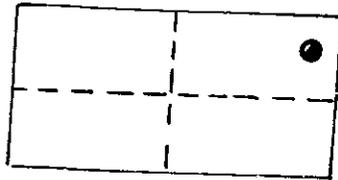


figura 2.24

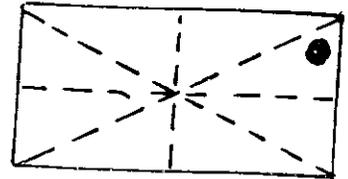


figura 2.25

aguzamiento compositivos, hay una claridad de propósitos. A través de nuestras percepciones automáticas podemos establecer un equilibrio o una acusada falta de equilibrio, podemos reconocer fácilmente las condiciones visuales abstractas. Pero existe un tercer estado de la composición visual que ni está nivelado ni aguzado, y en el ojo ha de esforzarse por analizar el estado de equilibrio de los componentes. Estamos entonces en una situación de ambigüedad y aunque la connotación es idéntica al caso del lenguaje, la forma puede describirse visualmente de una manera ligeramente distinta. El punto de la figura 2.26 no está claramente en el centro ni claramente descentrado, como puede verse en la figura 2.27. Su situación es visualmente oscura y confundirla al observador que esperase inconscientemente estabilizar su posición en términos de equilibrio relativo. La ambigüedad visual, como la ambigüedad verbal, no sólo oscurece la intención compositiva, sino también el significado. El proceso de equilibramiento natural quedaría frenado, confundido y, lo que es más importante, irresuelto por culpa de la fraseología espacial sin significado de la figura 2.26. La ley Gestalt de la simplicidad perspectiva es transgredida en gran parte por este tipo de estados poco claros de diferenciación en toda composición visual. La ambigüedad es totalmente indeseable desde el punto de vista de una sintaxis visual correcta. La vista es el sentido que menos energía gasta. Experimenta y reconoce el equilibrio, evidente o sutil, y las relaciones de interacción entre los diversos datos visuales. Sería contraproducente frustrar y confundir esta función única. Idealmente, las formas visuales no deberían ser nunca deliberadamente oscuras; deberían armonizar o contrastar, atraer o repeler, relacionar o chocar.

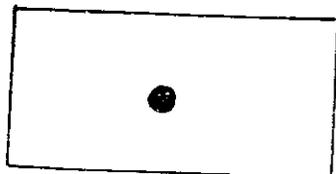


figura 2.26

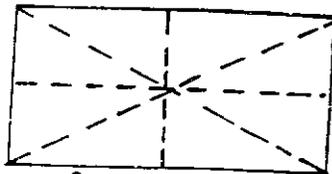


figura 2.27

## DIRECCIÓN

Todos los contornos básicos expresan tres direcciones visuales básicas y significativos: el cuadrado, la horizontal y la vertical (fig. 3.18); el triángulo, la diagonal (fig. 3.19); el círculo, la curva (fig. 3.20). Cada una de las direcciones visuales tiene un fuerte significado asociativo y es una herramienta valiosa para la confección de mensajes visuales. La referencia horizontal-vertical

(fig. 3.21) ya ha sido comentada, pero recordemos que constituye la referencia primaria del hombre respecto a su bienestar y su maniobrabilidad. Su significado básico no sólo tiene que ver con la relación entre el organismo humano y el entorno sino también con la estabilidad en todas las cuestiones visuales. No sólo facilita el equilibrio del hombre sino también el de todas las cosas que se construyen y diseñan. La dirección diagonal (fig. 3.22) tiene una importancia grande como referencia directa a la idea de estabilidad. Es formulación opuesta, es la fuerza direccional más inestable y, en consecuencia, la formulación visual más provocadora.

Su significado es amenazador y casi literalmente subversivo. Las fuerzas direccionales curvas (fig. 3.23) tienen significados asociados al encuadramiento, la repetición y el calor. Todas las fuerzas direccionales son muy importantes para la intención compositiva dirigida a un efecto y un significado final.

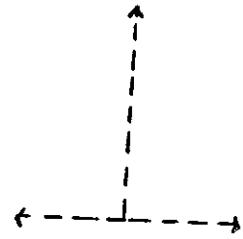


figura 3.18

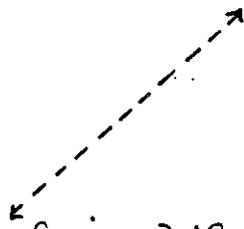


figura 3.19

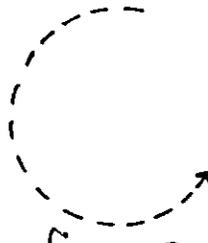


figura 3.20

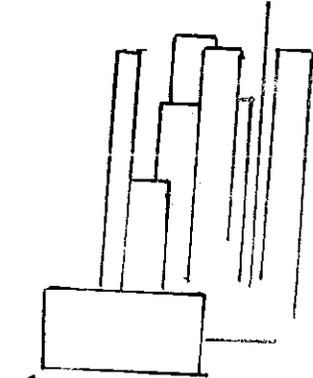


figura 3.21

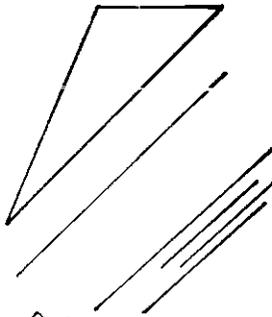


figura 3.22

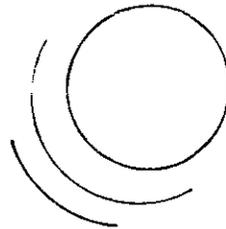


figura 3.23

## ESCALA

Todos los elementos visuales tienen capacidad para modificar y definirse unos de otros. Este proceso es en sí mismo el elemento llamado escala. El color es brillante o apagado según la yuxtaposición, de la misma manera que los valores tonales relativos sufren enormes modificaciones visuales según sea el tono que está junto o detrás de ellos. En otras palabras, no puede existir lo grande sin lo pequeño (fig. 3.31). Pero incluso cuando establecemos lo grande a través de lo pequeño, se puede cambiar toda la escala con la introducción de otra modificación visual (fig. 3.32). Es posible establecer una escala no sólo mediante el tamaño relativo de las claves visuales, sino también mediante relaciones con el campo visual o el entorno. Es lo relativo a la escala, los resultados visuales son fluidos y nunca absolutos, pues están sometidos a muchas variables modificadoras. Es la figura 3.33, podemos considerar que el cuadrado es grande a causa de su relación de tamaño con el campo visual; en cambio, el cuadrado de la figura 3.34 nos resultará pequeño debido a su tamaño con respecto a ese campo. Todo lo que venimos diciendo es cierto en el contexto de la escala y falso en términos de medición, pues el cuadrado de la figura 3.33 es más pequeño que el de la figura 3.34.

La escala suele utilizarse en planos y mapas para representar una medición proporcional real. Normalmente la escala se explicita, por ejemplo:  $1 \text{ cm} = 25.000 \text{ m}$ , o  $1 \text{ cm} = 1.000 \text{ m}$ . En el globo terráqueo se representan distancias enormes con medidas pequeñas. Todo ello requiere ampliar nuestra comprensión para visualizar en términos de distancia real aquellas medidas simuladas en un mapa o un plano. La medición es parte integrante de la escala, pero no resulta crucial. Más importante es la yuxtaposición, lo que se coloca

junto al objeto visual o el marco en que éste está colocado. Estos factores son mucho más importantes.

El factor más decisivo en el establecimiento de la escala es la medida del hombre mismo. En aquellos diseños relacionados con la comodidad, todo va en función del tamaño medio de las proporciones humanas. Existe una proporción ideal, un hombre medio, pero existen también infinitas variantes que hacen de cada uno de nosotros un espécimen único. La producción en serie, naturalmente, está regida por el hombre medio en todos aquellos objetos grandes, como coches y bañeras. En cambio, las ropas se presentan en el mercado con múltiples tallas, por que a este nivel hay que reconocer las enormes variaciones del tamaño del individuo humano.

Existen fórmulas proporcionales sobre las que basar una escala; la más famosa es la *sección áurea* de los griegos. Se trata de una fórmula matemática de gran elegancia visual. Se obtiene bisecando un cuadro y usando la diagonal de una de sus mitades como radio para ampliar las dimensiones del cuadrado hasta convertirlo en rectángulo áureo. Se llega a la proporción  $a:b = c:a$ . El método de construir la proporción se ilustra en la figura 3.35 y 3.36. La sección áurea fue usada por los griegos para diseñar la mayoría de sus objetos, desde las ánforas clásicas a las plantas y los alzados de sus templos (figs. 3.37 y 3.38).

Hay muchos otros sistemas de establecer escalas; la versión contemporánea más notable es la ideada por el fallecido arquitecto francés Le Corbusier. Su unidad modular, base de todo su sistema, es el tamaño del hombre, y sobre esta proporción establece una altura media de techo, una puerta media, una ventana media, etc. Todo resulta unificado y repetible. Aunque parezca extraño, los sistemas unificados de la producción en serie

llevan incorporadas estos efectos y a menudo los elementos de que se dispone para el diseño constituyen un factor limitativo al restringir las soluciones creadoras.

Aprender a relacionar el tamaño con el propósito y el significado es esencial para la estructuración de los mensajes visuales. El control de la escala puede hacer que una habitación grande parezca pequeña y acogedora y que una habitación pequeña parezca abierta y desahogada. Este efecto puede extenderse a todas las manipulaciones del espacio, por ilusorias que sean.

figura 331

figura 332

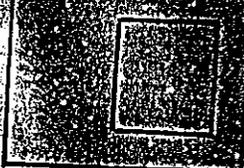


figura 333

figura

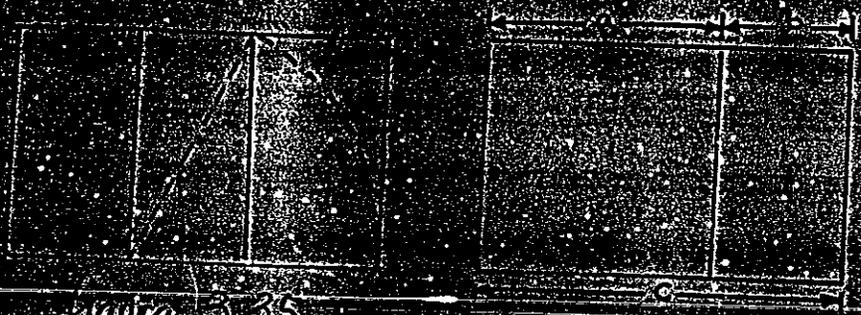
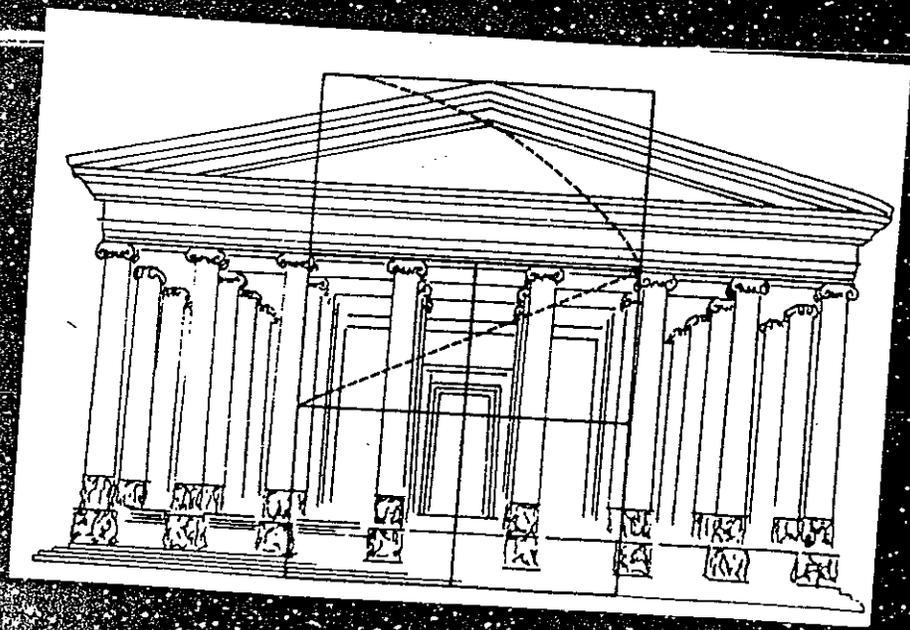
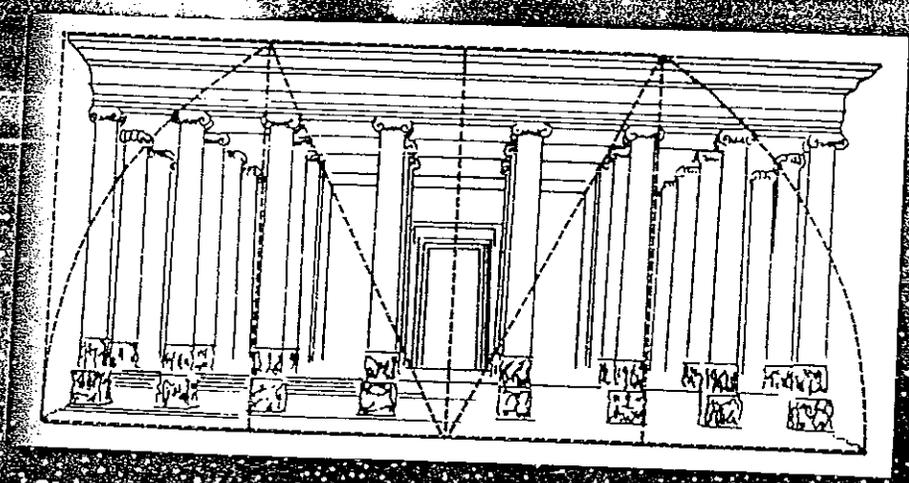


figura 335

figura 336



## DIMENSIÓN

La representación de la dimensión o representación volumétrica en formatos visual bidimensionales depende también de la ilusión. La dimensión existe en el mundo real. No solo podemos sentirla, sino verla con ayuda de nuestra visión estereoscópica biocular. Pero en ninguna de las representaciones bidimensionales de la realidad, sean dibujos, pinturas, fotografías, películas o emisiones de televisión, existe un volumen real; éste sólo está implícito. La ilusión se refuerza de muchas maneras, pero el artificio fundamental para simular la dimensión es la convención técnica de la perspectiva. Los efectos que produce la perspectiva pueden intensificarse mediante la manipulación tonal del claroscuro, énfasis espectacular a base de luces y sombras.

La perspectiva tiene fórmulas exactas con numerosas y complicadas reglas. Usa la línea para crear sus efectos, pero su intención última es producir una sensación de realidad. Hay algunas reglas y métodos bastante fáciles que podemos ilustrar. Mostrar a la vista dos planos de un cubo depende en primer lugar, como puede verse en la figura 3.39 de establecer un nivel visual. Sólo hay un punto de fuga en el que desaparece un plano. La cara superior del cubo se ve desde abajo y la inferior desde arriba.

En la figura 3.40 hay que utilizar dos puntos de fuga para conseguir la perspectiva de un cubo del que vemos tres caras. Estos dos ejemplos son ilustraciones extremadamente sencillas de la técnica de la perspectiva. Para representarla adecuadamente haría falta una explicación extraordinariamente larga. Desde luego, el artista no usa la perspectiva, están en su mente gracias a un estudio cuidadoso y puede utilizarla con entera libertad.

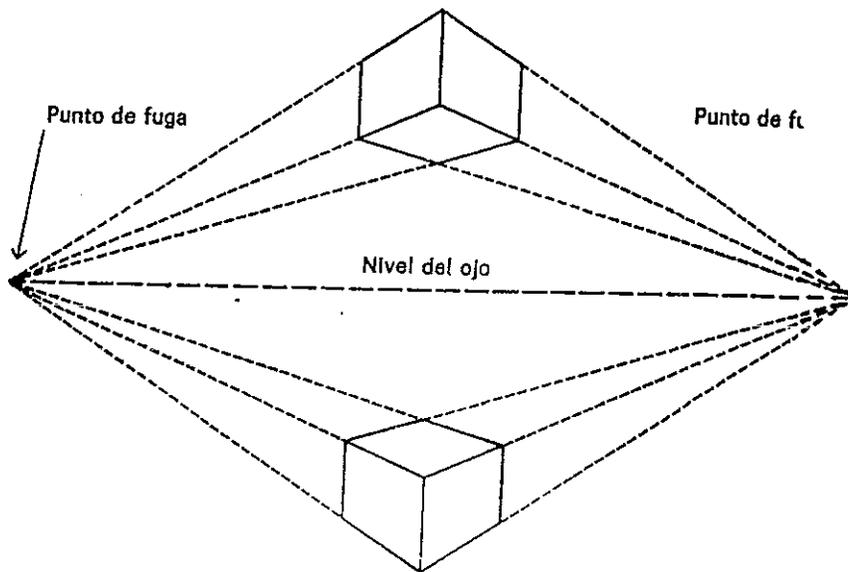


Figura 3.40

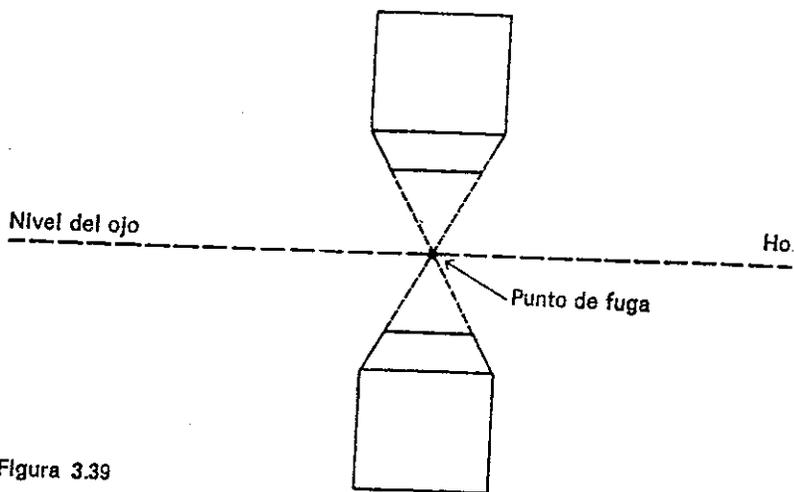


Figura 3.39

En la fotografía predomina la perspectiva. La lente tiene propiedades muy parecidas a las del ojo, y la simulación de la dimensión es una de sus capacidades principales. Pero existen diferencias importantes. El ojo tiene una amplia visión periférica de la que carece la cámara.

La anchura de campo de una cámara es modificable, es decir, lo que ve y registra depende de la distancia focal de sus lentes. Pero no puede competir con el ojo sin recurrir a las enormes distorsiones de la lente de ojo de pez. La lente normal (fig. 3.43) no ha alcanzado hasta hoy la amplitud del campo del ojo, pero lo que se ve se parece mucho a la perspectiva del ojo. La lente de un teleobjetivo (fig. 3.42) puede registrar una información visual que le es negada al ojo, contrayendo el espacio como un acordeón. Los grandes angulares ensanchan el campo visual, pero hasta ahora no son capaces de cubrir el área que cubren los ojos (fig. 3.44). Aunque sepamos que la perspectiva de la cámara es distinta a la del ojo humano, una cosa es cierta: la cámara puede reproducir el entorno con una precisión asombrosa y con un minucioso lujo de detalles.

La dimensión real es el elemento dominante en el diseño industrial, la artesanía, la escultura, la arquitectura y cualquier material visual relacionado con el volumen total y real. Se trata de un problema muy complejo que requiere la capacidad de previsualizar y planear a tamaño natural. La diferencia entre el problema de representar un volumen en dos dimensiones y construir el objeto real en tres dimensiones, como una escultura con una silueta complementada con algunos detalles.

Es esta complejidad de la visualización dimensional la que exige del realizador una profunda comprensión del conjunto. El diseño y la proyección de

un material visual tridimensional, orientado hacia la comprensión afortunada de un problema, exige muchos pasos para idear y proyectar las posibles soluciones. Tenemos en primer lugar el boceto, que suele hacerse en perspectiva. Puede haber innumerables bocetos flexibles de tanteo o metidos. En segundo lugar están los dibujos de trabajo rígidos o mecánicos, los requerimientos técnicos y tecnológicos de la construcción o la manufactura exigen que sean cuidadosamente detallados. Por último, y aunque resulte costosos, la construcción de una maqueta es mostrar a personas de poca sensibilidad para la visualización qué aspecto tendrá el objeto una vez terminado.

A pesar de que toda nuestra experiencia humana se enmarca en un mundo dimensional, propondremos a concebir la visualización como un hacer marcas e ignoramos los problemas específicos de la cuestión visual que se resuelven volumétricamente.



figura 3.42

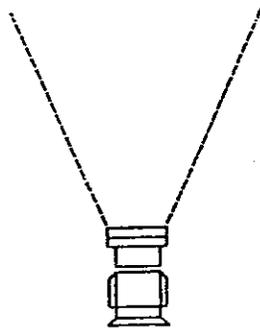


figura 3.43

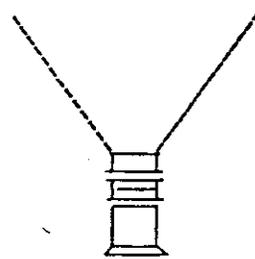


figura 3.44

## MOVIMIENTO

El elemento visual de movimiento, como el de la dimensión está presente en el modo visual con mucha más frecuencia de lo que se reconoce explícitamente. Pero el movimiento es probablemente una de las fuerzas visuales más predominantes en la experiencia humana. A nivel Fático sólo existe en el film, la televisión los encantadores móviles de Alexander Calder y en todo aquello que se visualiza con algún componente de movimientos, como la maquinaria o las ventanas. Pero hay técnicas capaces de engañar al ojo; la ilusión de la textura o la dimensión parece real gracias al uso de una expresión intensa del detalle como en el caso de la textura, o al uso de la perspectiva y luz y sombras intensas como en el caso de la dimensión. La sugestión de movimiento en formulaciones visuales estáticas es más difícil de conseguir sin distorsionar la realidad, pero está implícita en todo lo que vemos. Deriva de nuestra experiencia completa de movimiento en la vida. En parte, esta acción implícita se proyecta en la información visual estática de una manera a la vez psicológica y cinestética. Después de todo, las formas estáticas de las artes visuales, al igual que el universo tonal del film acromático que aceptamos con tanta facilidad, no son naturales en nuestra experiencia. Ese mundo paralizado y congelado es lo mejor que pudimos crear hasta el advenimiento de la imagen móvil y su milagro de la representación del movimiento. Pero observamos que, incluso en esta forma, no existe movimiento auténtico tal como lo conocemos; este movimiento auténtico tal como lo conocemos; este movimiento no es achacable al medio sino al ojo del observador en el que se da el fenómeno fisiológico de la "perspectiva de la visión". El film cinematográfico es en realidad una sarta de imágenes inmóviles que se diferencian poco unas de

otras y que, cuando el hombre las contempla en intervalos de tiempo apropiados, se mezclan en la visión de manera que el movimiento parece real.

Algunas propiedades de la perspectiva de la visión pueden constituir la razón del uso incorrecto de la palabra movimiento con que se describen las tensiones y ritmos compositivos de los datos visuales, cuando lo cierto es que estamos viendo algo fijo e inmóvil. Una pintura, una fotografía o el diseño de un tejido pueden ser estáticos, pero la magnitud de reposo que proyecta compositivamente puede implicar un movimiento como respuesta al énfasis y a la intención del diseño de artista. En el proceso de la visión no abunda precisamente el descanso. El ojo está escudriñado constantemente el entorno, siguiendo los numerosos métodos de que dispone para absorber información visual. La convención forzada de la lectura, por ejemplo, sigue una secuencia organizada (fig. 3.48). El escudriñamiento, como método de visión, parece no estructurado, pero por aleatorio que resulte a primera vista, la investigación y la medición demuestran que los patrones de escudriñamiento del hombre son tan individuales y únicos como las huellas dactilares. Esa medición puede hacerse proyectando una luz interior del ojo y registrando sobre una película sensible su reflejo en su pupila cuando el ojo mira algo. (fig.3.49). El ojo también en respuesta al proceso inconsciente de la medición y el equilibrio regido por el eje sentido y las preferencias izquierda-derecha y arriba-abajo (fig. 3.50). Puesto que de estos tres métodos visuales, dos e incluso tres se pueden dar simultáneamente, existe claramente una acción no sólo en lo que es visto sino también en el proceso de la visión.

El milagro del movimiento como componente visual es dinámico. El hombre ha utilizado la confección de imágenes y de formas con muchos propósitos, de los cuales uno de los más importantes es objetivarse a sí mismo.

Ningún medio visual se ha aproximado tanto al carácter de espejo completo y eficaz del hombre de su mundo como el film cinematográfico. La información instantánea de la televisión hará del mundo una aldea planetaria, dice McLuhan. Sin embargo, el lenguaje separa, nacionaliza; lo visual atempera. El lenguaje es complejo y difícil; lo visual es tan rápido como la velocidad de la luz y puede expresar instantáneamente numerosas ideas. Estos elementos básicos son los medios visuales esenciales. La comprensión apropiada de su carácter y su funcionamiento constituye la base de un lenguaje que no respetará fronteras ni barreras.

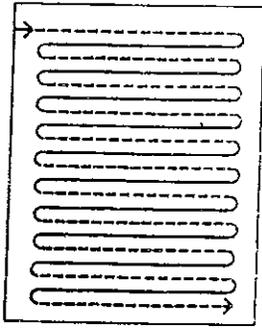


figura 3.48

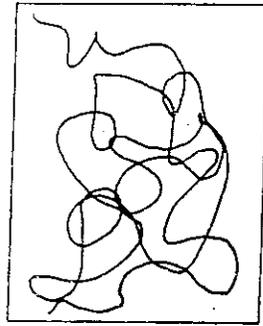


figura 3.49

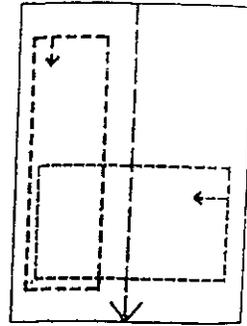


figura 3.50

## RITMO

Este es la disposición periódica y armónica de voces en el lenguaje, la proporción simétrica del tiempo fuerte y débil en una frase musical y el orden acompasado de la danza. En la vida es fundamental porque regula los latidos del corazón, la periodicidad de la respiración y las fases de actividad y reposo. El ritmo en arte es un movimiento organizado y relacionado que cuando se concreta en cualquier combinación de líneas, formas y colores puede conducir la vista por un camino preconcebido.

La creación del ritmo es una cualidad innata pero también puede ser aprendida y desarrollada; en todas las artes es esencial y cuando una obra carece de él parece muerta y sin vida por que es, sobre todo, movimiento, una acción continua que no es monótona ni cansa; en la oscilación del péndulo existe movimiento pero no hay ritmo ni variedad. Todo ritmo tiene un movimiento supuesto por líneas, particularmente curvas, en diversas direcciones, combinadas en oposición y dispuestas en arreglo armónico.

En un espacio liso todo es descanso y no existe movimiento pero cuando en él hay un dibujo ya se manifiesta un impulso que lleva a la mente del observador una determinada tensión y de ésta al descanso para volver nuevamente a la tensión y así sucesivamente y de manera fácil de los diferentes elementos y partes del arreglo; este movimiento, cuando es organizado es rítmico, pero si en él hay lagunas o saltos que distraigan deja de ser entonces rítmico.

La música se constituye de compases e intervalos; éstos se continúan con repeticiones fáciles y simples en la moderna pero con más complejidad y sutileza en la clásica; pero tanto en una como en otra el ritmo es el factor esencial. En las artes visuales existe análoga relación de espacio y tiempo pero

con los intervalos son presentados simultáneamente en líneas, formas, tamaños, colores y otros factores no es tan sencillo darse cuenta de la expresión de este movimiento organizado, aunque sí se siente instintivamente.

En el ritmo por repetición, la forma se repite gradualmente y a intervalos; de esta manera la vista se desplaza de una unidad a la siguiente y así quedan todas conectadas en este recorrido visual. Una forma que, aislada, puede parecer poco agradable, mejora notablemente en impresión al ser repetida. La repetición produce siempre un efecto reposado; cuando las utilidades están muy separadas y hay entre ellas espacios monótonos o proporciones muy irregulares, el resultado es inquieto y deja, por tanto, de ser rítmico. Por la progresión regular de formas escalonadas es obtenida también una sucesión rítmica y así mismo por el movimiento de una línea continua, aunque ésta tenga interrupciones en su trayectoria.

La esencia del ritmo reside, más que en la repetición de las unidades en la repetición de las relaciones; cuando todos los factores de líneas, masa, tamaño, etc. Están bien relacionados y los colores en armonía es cuando se considera lograda la unidad rítmica.

## PREGNANCIA

La *pregnancia semántica* modulada fundamenta un modelo explicativo de los procesos de lectura de imágenes y, por extensión, de cualquier tipo de texto. Este modelo define el resultado del proceso de lectura de una imagen como una macroestructura semántica. La construcción de esta macroestructura está regida por el principio de búsqueda de una *gestalt* proposicional que suponga, para el lector, la cantidad de información más reducida que permitan las condiciones dadas. Así, en el proceso de lectura, el cálculo sobre la cantidad de información determina el sentido de dicha información. Este principio general está modulado, en cada proceso de lectura concreto, por diferentes tipos de cláusulas y excepciones que son señaladas, al lector, a través de diversas clases de marcas adscritas/inscritas en la imagen/texto.

### 1. Las imágenes como representaciones de actos ostensivos

- 1.1. Una imagen es una representación de un acto ostensivo mediante el cual un sujeto señala a otro una porción de un mundo posible (1).
- 1.2. Todo acto ostensivo puede desdoblarse en dos tipos de actos enunciativos: un acto de mostrar y un acto de informar.
- 1.3. Un acto ostensivo sobre una porción de un mundo supone siempre un acto enunciativo de mostrar. Si alguien dirige nuestra atención,

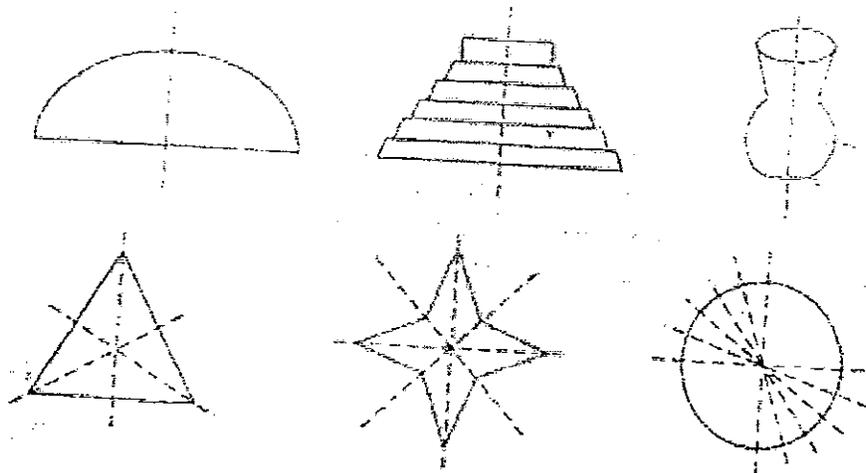
A los puntos que pertenecen a la figura simétrica se les llama **puntos homólogos**, es decir,  $A'$  es homólogo de  $A$ ,  $B'$  es homólogo de  $B$ , y  $C'$  es homólogo de  $C$ .

Además, las distancias existentes entre los puntos de la figura original son iguales que las distancias entre los puntos de la figura simétrica. En este caso:

$$\overline{AB} = \overline{A'B'}, \overline{BC} = \overline{B'C'}, \overline{CA} = \overline{C'A'}$$

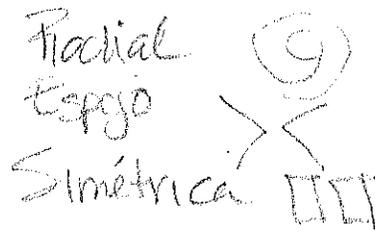
La **simetría axial** se puede dar también en un objeto con respecto de uno o más ejes de simetría.

Ejemplo:



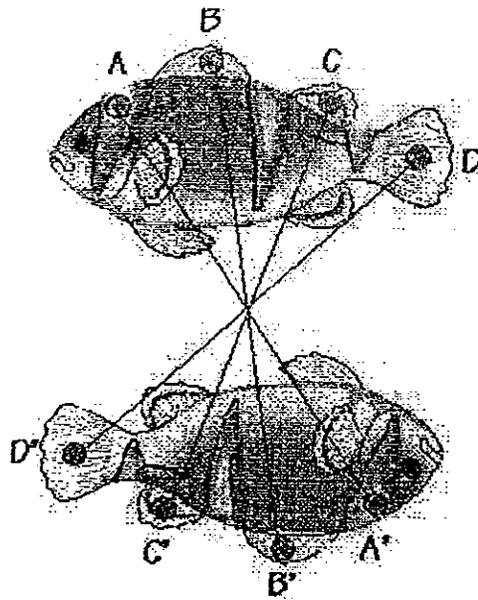
Si se doblara la figura sobre el eje de simetría trazado, se podría observar con toda claridad que los puntos de las partes opuestas coinciden, es decir, ambas partes son **congruentes**.

## SIMETRÍAS



Existen dos tipos de simetría: **Simetría central** (o simetría respecto a un punto) y **Simetría axial** (o simetría respecto a un eje).

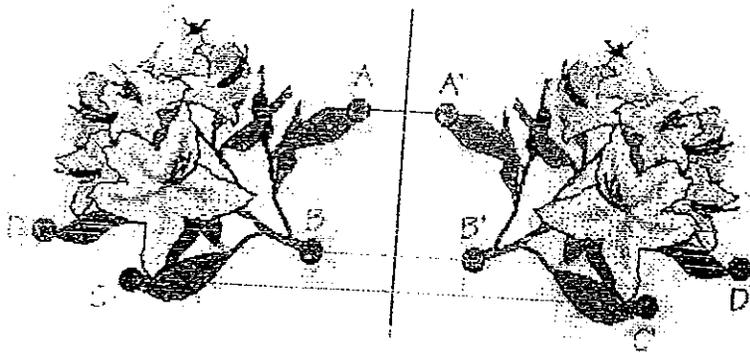
En el dibujo podemos ver un ejemplo de **simetría central**, la figura superior (figura 1) se transforma en la figura inferior (figura 2). Se han señalado algunos puntos en la figura superior, figura 1, (A, B, C, D) y los correspondientes en la figura inferior, figura 2, ( $A'$ ,  $B'$ ,  $C'$ ,  $D'$ ), transformada de la figura 1, mediante una simetría de centro el punto de intersección de las rectas  $AA'$ ,  $BB'$ ,  $CC'$  y  $DD'$ .



Si te fijas puedes observar que los puntos  $A'$ ,  $B'$ ,  $C'$  y  $D'$  se obtienen a partir de los A, B, C y D tomando sobre la recta OA, una distancia igual a OA

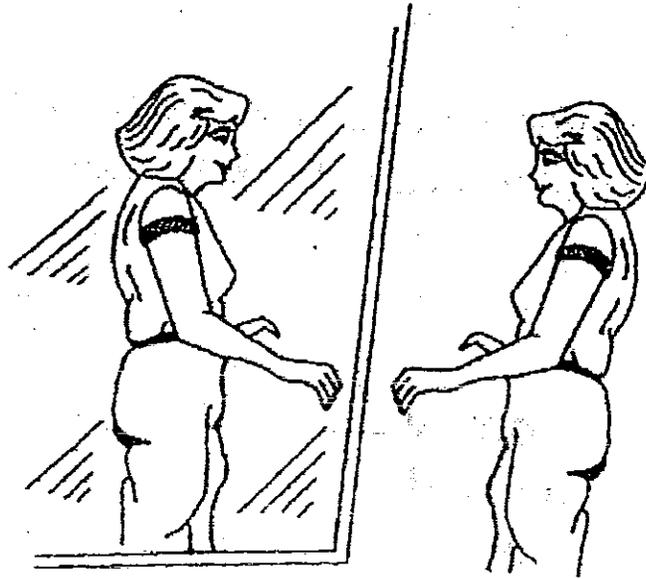
pero en sentido contrario. Esto nos permite obtener el punto  $A'$  y de la misma forma se obtienen los puntos  $B'$ ,  $C'$  y  $D'$ .

En la figura siguiente se muestra un ejemplo de simetría axial. En este caso el eje de simetría es una recta vertical. Las rectas  $AA'$ ,  $BB'$ ,  $CC'$  y  $DD'$  son ahora perpendiculares al eje de simetría y la distancia desde  $A$  al eje coincide con la distancia del punto transformado  $A'$  al eje. En definitiva, para obtener el transformado de un punto, en una simetría axial, hay que trazar la perpendicular al eje de simetría que pasa por el punto y situar el punto  $A'$ , sobre esta perpendicular, a la misma distancia del eje que  $A$ .



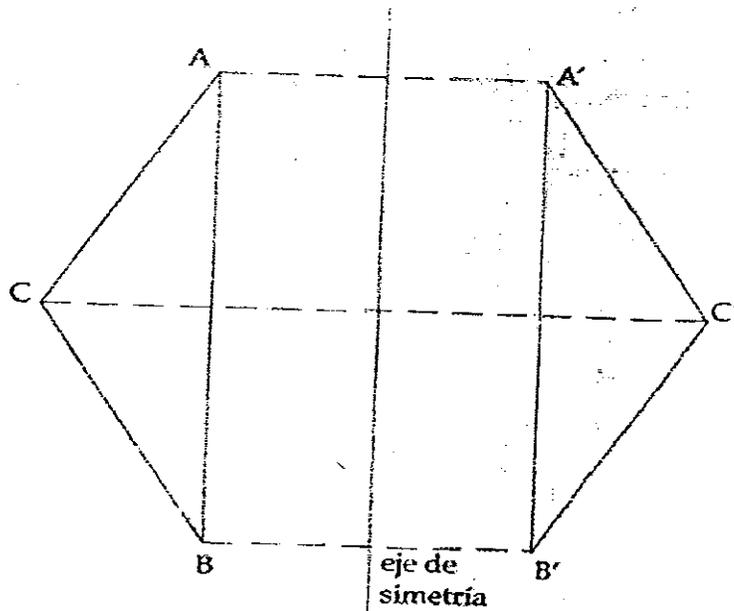
La simetría axial se da cuando los puntos de una figura coinciden con los puntos de otra, al tomar como referencia una línea que se conoce con el nombre de eje de simetría.

Ejemplo:



Puede observarse que en la imagen no se conserva la orientación (la derecha se convierte en izquierda y la izquierda en derecha).

En la simetría axial se da el mismo fenómeno que en una imagen reflejada



## TEXTURA

Se denomina así no sólo a la apariencia externa de la estructura de los materiales, sino al tratamiento que puede darse a una superficie a través de los materiales. Puede ser táctil, cuando presenta diferencias que responden al tacto, y a la visión, rugosa, áspera, suave, etc. La textura es expresiva, significativa y trasmite de por sí reacciones variables en el espectador, las que son utilizadas por los artistas, que llevan la materia a un nivel superior del que ella tiene, para aumentar el grado de contenido a transmitir en su obra.

## LOS OBJETOS, LA FORMA, TEXTURA Y LA LUZ

Una de las primeras experiencias de cualquier observador del mundo que nos rodea, es que ese escenario exterior hacia el que miramos está repleto de objetos, los cuales se van a interponer en el objetivo de nuestra cámara. Son objetos que reconocemos visualmente, interpretamos llamamos y modelamos fundamentalmente a través de la piel que presentan hacia el exterior del entorno en el que se hallan.

Los objetos no son únicamente cosas materiales, sino todo aquello que puede ser reconocido o sentido por un observador.

Cada objeto no sólo es él mismo, sino que define la existencia de una palabra y un concepto único que le pertenecen. Y muchos de ellos

La conexión entre la tensión relativa y el equilibrio relativo se pone sencillamente de manifiesto en cualquier forma regular. Por ejemplo, la representación de un radio en el círculo (fig.2.14) provoca una mayor tensión visual por que ese radio no se ajusta al "eje visual" no visto y, por tanto, deshace el equilibrio. El elemento visible, el radio, queda modificado por el elemento invisible, el eje sentido (fig. 2.15), así como por su relación con la base horizontal estabilizadora (fig. 2.16)

En términos de diseño, de plan o propósito, si tenemos un círculo junto a otro, la atención de la mayoría de los observadores será atraída por aquel cuyo radio se aparta más del eje (fig. 2.18 más que la 2.17)

No hay por qué enjuiciar este fenómeno de la tensión. No es ni bueno ni malo. Su valor para la teoría de la percepción está en cómo se use en la comunicación visual, es decir, en cómo refuerce el significado, el propósito, la intención y, además en cómo pueda usarse como base para la interpretación y la comprensión. La tensión o la ausencia de tensión es el primer factor compositivo que podemos usar sintácticamente en nuestra búsqueda de la alfabetización visual.

Hay muchos aspectos de la tensión que deberían ampliarse, pero consideraremos en primer lugar el caso en que la tensión (lo inesperado, lo más irregular, lo complejo, lo inestable) no es lo único que domina al ojo. En la secuencia de la visión hay otros factores que contribuyen al predominio compositivo y a atraer la atención. El proceso de establecimiento del eje vertical y de la base horizontal atrae la mirada con mucha más intensidad hacia ambas áreas visuales, dándoles automáticamente una importancia compositiva mayor. Como se muestra en la figura 2.19, es fácil localizar estas áreas cuando se trata de contornos regulares.

transcendiendo a su propia materialidad, se convierten en simbólicos.

La forma es la definición espacial y material de los objetos, la figura exterior de su cuerpo. Pero, además, es la disposición en la que se encuentran esos objetos, el modo y la manera en que se ejecuta una cosa. En definitiva, para un fotógrafo, el modo en el que se expresa el contenido de las imágenes.

Es interesante interrelacionar estos conceptos tan básicos y a la vez tan amplios e ilimitados. Objeto y objetivo. Forma y formato. Son casi dos terceras partes de la materia prima necesaria para confeccionar una imagen y, por lo tanto, una fotografía. El otro tercio es, sin lugar a dudas, la luz.

Pero cualquier fotógrafo avezado es capaz de descubrirla y manejarla como un objeto más, y aprovecharse de su forma o conformarla mediante su técnica, conocimientos y medios.

La fotografía como sistema de representación y abstracción de la realidad, reúne en su esencia una gran limitación que la convierte a su vez en el mejor de los métodos de representación visual existentes. La realidad es un conjunto de objetos y hechos tridimensionales, espaciales, probablemente ilimitados incluso para un espectador experimentado. La magia de la cámara permite al fotógrafo reducir ese inmenso espacio al más humilde en dos dimensiones, espacio común a la escritura, único elemento material que le permite al hombre plasmar definitiva e indeleblemente las imágenes de su razonamiento y de su creación literaria.

Los objetos y su forma se definen desde sí mismos y probablemente desde dentro hacia fuera. Expandiéndose de manera tridimensional. Esas formas

varían en función de multitud de elementos físicos y hechos externos. Conceptos tales como "silla" pueden adoptar infinitas formas, pero a la vez cualquiera de ellas puede definir por sí misma y con toda validez la categoría de "silla".

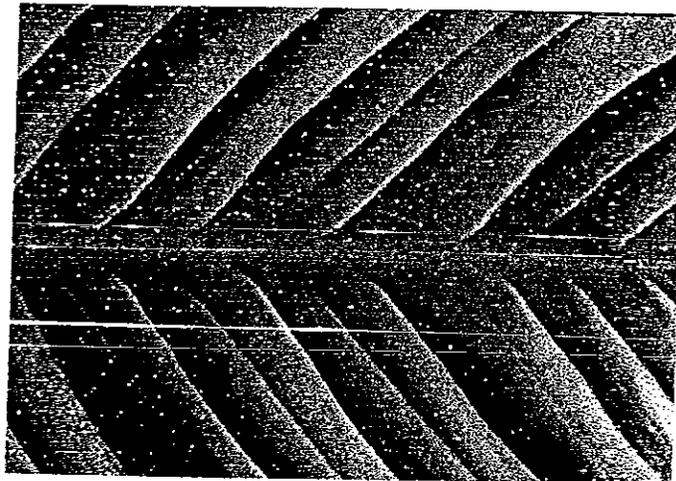
Es tal vez por esta razón que la fotografía nos permite en ocasiones plasmar del modo más simple ideas inabordables desde otras técnicas artísticas.

La transferencia de la realidad tridimensional al plano de las imágenes fotográficas, puede causar distorsiones en la forma de los objetos. Distorsiones a veces muy notables o evidentes, y otras mucho más imperceptibles, asequibles solamente al foto - interpretador que dispone de los conocimientos necesarios. El objetivo, con sus características físicas y ópticas, especialmente la distancia focal, es capaz de variar la perspectiva bajo la que fotografiamos la forma de los objetos, deformándolos, incluso hasta límites en los que pueden llegar a resultar irreconocibles.

Los angulares, especialmente los extremos, pueden deformar la perspectiva de la realidad en la que nos encontramos. Por el contrario, el teleobjetivo nos permite el acceso a pequeños fragmentos de los objetos, que puede abstraernos la imagen de estos, llevándonos a interpretar el todo por la parte, o bien, impedirnos la legibilidad como conjunto de la forma originaria que hemos fotografiado.

No son solamente las características físicas de un objetivo las que pueden incidir su forma, sino que, tal vez en mayor medida puede actuar sobre ellos

la disposición del objetivo de nuestra cámara, del formato, o de la técnica que estamos aplicando. La disposición relativa entre la cámara y los objetos define el punto de vista desde el que estamos observando o actuando fotográficamente. Podemos experimentar y veremos que hay objetos que desde cualquier punto del espacio en el que podamos observarlos, quedan definidos perfectamente por su forma, ya que ésta es clara y legible desde todos ellos, y además perfectamente conocida para el común de los observadores. Por el contrario, desde algunas posiciones del espacio, mirando algunos objetos, podemos descubrir algunas formas totalmente inéditas de éste, y que sin embargo harán posible a cualquiera poder decir qué objeto estamos mirando.



*Ej. Textura de una hoja tomada con lentilla de aumento*

La técnica fotográfica aplicada en relación con el tipo de emulsión, su revelado, y el fotoacabado, también puede actuar distorsionando o enmascarando la forma de los objetos. La relación de los contrastes entre los

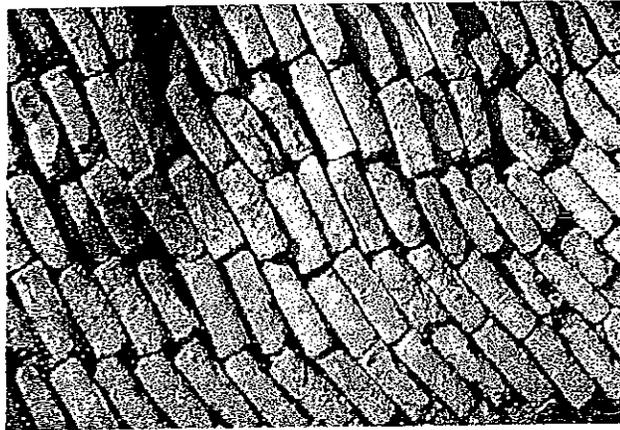
diversos planos del mismo, puede provocar una deformación del objeto, variando totalmente su equilibrio visual original. Los filtros, las diferentes calidades de luz, pueden incidir sobre elementos propios de la piel de la forma de los objetos, tales como el brillo, el color y la textura.

Y por último, la técnica, especialmente en lo que se refiere a la propia visión del fotógrafo, mediante la utilización del plano de enfoque, la profundidad de campo y las diferentes velocidades de obturación, está claramente recreando una imagen nueva, diferente pero, sin lugar a dudas, que procede y depende fundamentalmente de la forma de ese objeto.

Hasta aquí solamente hemos hablado de la forma propia de cada uno de ellos. Pero por lo dicho anteriormente, la realidad circundante se nos presenta y se nos explica como una secuencia ininterrumpida de objetos que rara vez existen por si mismos, pero que casi siempre se encuentran interrelacionados siguiendo secuencias más o menos racionales. Todo ello salvo montajes especiales realizados en el plató fotográfico, en los que mediante fondos continuos o iluminados y técnicas especiales como el enmascarado o el retoque fotográfico, somos capaces de aislar una sola forma. Valga el ejemplo de un servicio de mesa, que consiste claramente en una agrupación ordenada de objetos y de formas nítidas compuesta por platos, vasos, cubiertos, etc.

Normalmente el fotógrafo plasma en sus imágenes estas secuencias y estas relaciones, ya que son ellas las que mejor se explican la realidad que deseamos fotografiar. Fijádonos simplemente en la agrupación de un montón de platos dispuestos sabiamente por el fotógrafo para realizar un bodegón.

Ese formato se compone, es decir, se organiza conjugando adecuadamente las formas de los objetos que lo componen. Es aquí donde nos encontramos con el hecho de que los objetos se relacionan entre ellos y que debemos conocer por lo tanto el modo en que esa relación es posible, así como el modo en el que un objeto se relaciona consigo mismo a través de su forma, definiéndose entonces.



*Ej. Unos adobes muestran su textura de acuerdo a la iluminación lateral.*

Todas las cosas que visualizamos o fotografiamos se agrupan entre ellas en subconjuntos. Esta agrupación, el cerebro va entenderla fundamentalmente a través de la visión del objeto.

Para que ésta sea percibida u observada como una unidad, los objetos se asocian a través de sus formas geométricas y de sus colores. Esto es solamente es posible cuando esos objetos se encuentran entre sí muy cercanos los unos a los otros. En un cúmulo de cosas, todos los elementos homogéneos que se encuentran rodeados por otros diferentes de ellos, los

agrupamos en un solo conjunto, independiente de las posiciones y de la distancia a la que se encuentren. Esto se conoce como "ley de la semejanza".

Las formas de algunos elementos cuyo contorno se cierra sobre sí mismo, es decir, están definidos y se perciben como una unidad individual, se diferencian de aquellos otros cuya forma es abierta o indefinida, y que no podemos considerar como una unidad, "ley de la forma cerrada".

Las cosas cuya forma está delimitada por un contorno cerrado, tal como una curva, una línea o una simetría de la forma, las percibimos como unitarias "ley del buen contorno".

Los elementos cuyas formas no son homogéneas pero que se mueven del mismo modo, se perciben como una sola unidad, "ley del movimiento común".

Y por último, la "ley de la experiencia", que nos relata cómo las formas que contienen en sí mismas un significado simbólico claro, tales como letras o señales, se perciben en función de la experiencia o conocimiento del observador.

Estas seis leyes o definiciones nos valen globalmente para configurar una teoría que nos permita entender y estructurar millones de objetos y sus formas, agrupándolos adecuadamente de tal modo que puedan ser percibidos en nuestra fotografía por muchos y diferentes observadores. Esa percepción implica que las personas que disfruten con estas imágenes se encuentren identificadas con ellas, fundamentalmente porque le provoquen algún tipo de reacción o les transmitan alguna información o conocimiento. En definitiva, este ordenamiento de las formas no hace sino ayudar y hacer más

comprensible el mundo fotografiando para que su percepción quede facilitada y organizada. En suma, cada fotógrafo cuando aplica sus conocimientos al mundo de las formas para grabarlo en sus imágenes, está organizando una estructura visual que se convierte en ese instante en la forma en la que él percibe y analiza el mundo.

Sobre un papel fotográfico o copia bidimensional, la combinación de forma y volumen, obtenida mediante la iluminación, nos provoca una sensación tridimensional potenciada, aún más por la propia textura del objeto.

La textura, en la imagen, es el elemento tangible que actúa sobre el subconsciente del espectador e invita a coger el sujeto fotografiado.

Si repetimos objetos naturales o artificiales iguales, tales como ladrillos, tejas, hojas, etc, éstos se convertirán en el punto focal de la foto.

En una misma imagen podemos utilizar también dos objetos o formas completamente distintas, o el mismo sujeto colocado de forma diferente, de manera que contrasten entre sí, siempre y cuando cada uno de ellos tenga la fuerza suficiente para destacar por sí solo.

Si deseamos aún dar más énfasis y resaltar las formas sobre el fondo neutro formado por el conjunto de elementos iguales, podemos recurrir a la sombra como otra variante de la forma.

Teniendo en cuenta que si la forma es el elemento preponderante que estructura la imagen y nos permite identificar fácilmente al sujeto, le quitamos por mediación de alguna técnica fotográfica, del volumen, el color y

el tono o grado de contraste entre zonas claras y oscuras, nos queda un dibujo lineal determinado, llamado silueta. El procedimiento que se emplea para resaltar la silueta, es decir, eliminar volumen, tono y color, tanto en fotografía en blanco y negro como en color, es el control de registro de la luz, pudiendo ser ésta natural o artificial. Hay dos formas de proceder, la primera sobre el negativo, o sea, al realizar la fotografía, y la segunda sobre el positivo o en laboratorio.

Para conseguir el efecto de silueta, en el momento de hacer nuestra fotografía, nos bastará con tener al menos uno y mejor dos diafragmas de diferencia entre la medición realizada sobre el sujeto y la del fondo. Esta situación se obtiene de forma natural cuando hay cambios bruscos de luz, es decir, cuando el sujeto está situado a contraluz, por ejemplo cuando está frente a una ventana, a un anochecer, amanecer, contra un cielo azul, etc. Si, en este caso, realizamos la medición sobre el total de la imagen, el fotómetro de nuestra cámara evaluará toda la luz que le llegue y promediará. De esta manera al ser la luz de fondo más importante y al ocupar éste mayor superficie de la imagen, se obtendrá una lectura errónea del sujeto provocando un registro distinto y el efecto de silueta.

### Aislar las formas

Los pocos detalles en zonas oscuras se podrían haber eliminado aún más cerrando el diafragma medio punto o aumentando la velocidad en la misma proporción.

Para obtener el efecto de contraluz en el laboratorio se parte normalmente

de fotografías en blanco y negro.

El blanco y negro es por definición abstracto, ya que prescinde de un elemento que podríamos denominar real, el color.

Al disponer de un componente menos, nos bastará, para obtener la silueta, con alterar el tono, es decir, llevar el contraste a su máxima expresión y de esta forma eliminar el volumen.

Este tipo de fotografía exige, sin embargo, tomar cierta precaución al componer la imagen, ya que hay que evitar la yuxtaposición de elementos que puedan prestarse a confusión.

Las técnicas que se emplean en laboratorio son variadas, pudiéndose bloquear el fondo mediante máscaras, emplear papeles de gradación extra dura, reveladores de alta energía tipo Documol, etc, aunque normalmente se parte de un negativo por contacto, en material especial para artes gráficas, llamado Lith.

Una geometría simétrica es aquella que se puede dividir vertical u horizontalmente por la mitad, resultando dos partes iguales.

En la naturaleza no existe la simetría perfecta. Si nos fijamos en un erizo de mar o incluso en el rostro humano, observaremos que, al dividirlos por la mitad, éstos no son completamente idénticos. Por tanto rara vez encontraremos formas simétricamente puras, a no ser que las busquemos en las creaciones artificiales del hombre.

La percepción visual de un elemento simétrico muchas veces resulta monótono, puesto que viendo una mitad sabemos como será el resto. Esto obviamente resta interés a la imagen.

Sin embargo, uno o varios elementos que se reflejen sobre una superficie cualquiera nos dará otra dimensión de los mismos. Esta repetición tiene el aliciente de descubrir otra realidad del mismo sujeto, ya que nunca llega a ser igual.

Existen varias maneras de conseguir formas simétricas: mediante accesorios como un espejo o un filtro de prismas; aprovechando la capacidad de reflexión de la superficie del agua; realizando una doble exposición de un elemento; superponiendo dos imágenes a modo de sándwich e incluso captando la sombra creada por un objeto. Todas ellas requieren un estudio previo y unas consideraciones técnicas distintas. Por ejemplo, para fotografiar una forma reflejada en una superficie cristalina hay que buscar el ángulo correcto; para una imagen múltiple, se debe aislar el sujeto sobre un fondo neutro u oscuro, etc.

Rara vez reparamos conscientemente en la multitud de objetos que nos rodean. Esta conducta se debe a que la gran mayoría son formas que vemos todos los días o que estamos muy familiarizados como el edificio donde trabajamos, el sillón de nuestra casa etc, o bien porque forman parte por ejemplo, el florero que quitamos de la mesa donde comemos. Todos ellos nos resultan tan cotidianos que nunca, o muy pocas veces, nos paramos a observarlos detenidamente.

Cuando fotografamos, los objetos son analizados para componer y encuadrar, y adquieren una identidad propia perdiendo su anonimato. La forma de estos, que seguramente hasta entonces no habían llamado nuestra atención, pasa a ser uno de los aspectos fundamentales que evaluamos, hasta tal punto, que un objeto podemos incluirlo o no, sencillamente por su forma y la relación de éste con los demás.

## ABSTRACCIÓN

*Filosofía.* Operación intelectual que consiste en separar mentalmente lo que es inseparable en la realidad. La abstracción es el precedente o, como la llama Rey (*Lógica*), el instrumento de la generalización, porque no podemos concebir los conocimientos generales, sin eliminar lo individual, es decir, sin abstraer. Toda idea generalizada es abstracta y posee realidad *sólo inteligible* (V. Realismo, Nominalismo y Conceptualismo) y no concreta, porque la abstracción no es función de la imaginación, sino propia de la razón discursiva que divide en la mente lo indivisible y separa lo inseparable, preparando el análisis a que excita la complejidad sintética de lo real. A lo abstracto se opone lo concreto. Es esto lo *dado* en la experiencia con todos sus elementos, el *dato real* o materia del conocimiento (según el tecnicismo aristotélico y kantiano); mientras que lo abstracto es lo *construido* por el pensamiento, la forma (que dirían Aristóteles y Kant), que no tiene más límite que lo contradictorio. Con estas advertencias, se puede distinguir la realidad



inteligible (propia de las abstracciones) de la realidad concreta (que es la que poseen los objetos) pues, como dice Joubert «el gran abuso de la abstracción consiste en considerar los seres de razón o entidades metafísicas (por ejemplo el pensamiento) como si fueran seres reales». Al abstraer concebimos las cualidades independientes de las sustancias dentro de las cuales residen, aislando mentalmente los caracteres diferentes de las cosas para examinarlos aparte y cada uno en sí mismo (como cuando abstraemos el color de las cosas). Si en la complejión de sucesos y en la multiplicidad de motivos que solicitan nuestra actividad es regla práctica *dividir para vencer*, en la síntesis de la realidad se impone como exigencia *distinguir y dividir* (por medio de la abstracción) para conocer las complejas sinuosidades de lo concreto o, como se dice, el prisma de infinitas caras de la realidad. Es una *división intelectual* que aplicamos a las ideas que tenemos de los objetos, al discernir sus elementos constitutivos. Por analogía y amplificación de sentido, se aplica también esta operación intelectual a las ideas demasiado vagas y quiméricas que se diluyen en la utopía, a la enajenación del ánimo en los inspirados y en los místicos, cuando padecen distracciones (atención negativa o abstracción) por la tensión excesiva del pensamiento en relación con un solo objeto, y además al desvío del medio en que vive aquél que padece hastío y nostalgia o se siente dominado por el egoísmo. Finalmente, la abstracción se emplea para preparar lo que los lógicos denominan *método de eliminación*, procedimiento en virtud del cual se van restando o abstrayendo de objetos e ideas aquellas cualidades que no les son adecuadas, y aun sirve de auxiliar poderoso para la definición, cuando se necesita recurrir a sus grados imperfectos y entre ellos a la *definición negativa* que consiste en exponer lo

que no es lo definido para dejar ante el pensamiento (por ministerio de la abstracción) aquellas notas o cualidades características de lo que se pretende definir. Abstrayendo, descubrimos las relaciones de semejanza que existen entre los objetos, y nos elevamos a la noción de lo que les es común (ideas generales), siendo digno de notarse (V. Generalización) que la abstracción prepara el uso de la generalización, dispone el análisis y es el requisito indispensable de la sistematización ordenada de nuestros conocimientos. Ya se viene repitiendo de tiempo inmemorial con Aristóteles *nulla fluxorum est scientia* (no es posible constituir ciencia de lo individual). Todo el conocimiento humano, en cuanto aspira a ser científico, tiene por base la abstracción, determinándose por tanto una relación directa entre el desarrollo de la abstracción y el progreso del pensamiento, como puede observarse en la inteligencia del niño y del salvaje, muy concreta y poco abstracta. Precede la abstracción, que se desarrolla a medida que el niño va dominando el lenguaje, a la generalización y al raciocinio; pero depende de la percepción exterior y del recuerdo (de la experiencia ayudada de la memoria). Por tal razón Laromiguière denominaba los sentidos «máquinas de la abstracción». Es en efecto cada uno de nuestros sentidos *un instrumento natural* de la abstracción, porque mediante ellos se perciben determinadas propiedades de la materia, con exclusión o abstracción de las demás (así es la vista sensible al color y no a la resistencia, en lo cual se funda después la distinción hecha por los escolásticos entre el *sensible propio* y el *sensible común*). Como conocemos empíricamente, imponiéndonos la misma experiencia la necesidad de abstraer, podemos afirmar que tenemos ideas abstractas, porque nuestra percepción no llega nunca al fondo y al infinito detalle de las

cosas, ni conoce el *todo* de nada. Conocemos pues siempre mediante abstracción y es ésta una operación *espontánea, natural y congénita* con nuestro pensamiento. Es, además, *reflexiva* (verdadero auxiliar de la ciencia), cuando fijamos premeditadamente la atención en determinada propiedad, prescindiendo de las demás. Casos notables de abstracción en el sentido de atención negativa respecto a los objetos que nos rodean, se citan a granel por los psicólogos como prueba de la concentración de nuestro pensamiento y de su energía intensiva. Entre los más notables se puede recordar el de Arquímedes, absorto ante la resolución de un problema y muerto en Siracusa sin advertir la refriega que trababan los que defendían y atacaban la ciudad. Además de la abstracción espontánea y reflexiva, se enumeran por psicólogos y lógicos múltiples clases de abstracción y aun variedad de grados en su desarrollo. La Escolástica, que es la filosofía de la abstracción, la que revistió de formas abstractas una realidad creída, no libremente investigada, llegó a distinguir tres clases correspondientes a los órdenes de lo inteligible (Física, Matemáticas y Metafísica); distintas a su vez del orden real, en el cual comprendían otras ciencias filosóficas (Lógica y Moral). La Escolástica funda con Sto. Tomás y Suárez la facultad de abstraer en la inmaterialidad del espíritu (V. Kleutgen, *La Philosophie scolastique*, t. I) y llevada en sus derivaciones naturales por una tendencia creciente e invasora de divisiones y subdivisiones, faltó con excesiva frecuencia a la regla fundamental de la abstracción. Consiste esta regla en precavernos contra la invasión de la imaginación (que pretende erróneamente identificar lo concreto con lo inteligible) en el dominio de la abstracción, convirtiendo arbitrariamente fenómenos en seres (así consideraba la antigua física al aire, al fuego y a la

humedad) y prestando una existencia sustancial a puras modalidades (especies sensibles e inteligibles y otras entidades escolásticas). «La imaginación -dice la antigua Enciclopedia- convierte la abstracción en causa de error, porque tiende a dar una existencia real a las concepciones abstractas de nuestro espíritu; así es como la poesía personifica el amor, la belleza, la sabiduría, etc.» Contribuye en primer término al error de *realizar las abstracciones* el lenguaje. Separadas mediante la abstracción las cualidades del todo a que pertenecen, reciben de momento una existencia aislada, aparte, que el signo completa y fija con caracteres permanentes. Además, muchas ideas de modos o cualidades (color, forma) son expresadas por *sustantivos*; y como en muchos casos los sustantivos significan objetos concretos y sustancias reales, el hábito nos lleva a considerar erróneamente las abstracciones como sustancias y cosas en sí. De esta suerte el carácter de nuestros actos espirituales, *ser conscientes*, considerado aparte y expresado por el adjetivo *consciente* y después por el sustantivo *conciencia*, se ha elevado a una entidad real con existencia propia e independiente. De esta ilusión de tomar abstracciones por realidades, procede el error del *realismo* de la Edad Media. Pero a veces no sólo se realizan, sino que se *personifican* las abstracciones; así acontece en la psicología, señaladamente en la escocesa, donde el *polismo* indefinido de facultades es considerado como un enjambre de personas o entidades que constituyen aquella ciencia en especie de psicología *feudal*, según dice Saint Mill, y su objeto en verdadera danza macabra de representaciones entitativas, que cuando no riñen cruentas batallas, desfilan con el inflexible rigor de maniqués en un formalismo estéril. Y aun puede seguir su marcha, la lógica del error, llegando a *divinizar* las

abstracciones; así para los Eleatas, los Pitagóricos y Alejandrinos, el Dios Supremo es la *unidad*, es decir, una abstracción. De estas abstracciones divinizadas está lleno el Olimpo griego. Aparte este peligro del abuso de la abstracción, imputable principalmente al desarreglo de nuestro poder imaginativo, implícito queda en lo dicho que la razón discursiva no puede obtener fruto para la organización del conocimiento en sistema científico, sin el eficaz auxilio de la abstracción.



## ABSTRACCIÓN

**Abstracto, Arte**, estilo artístico que surgió alrededor de 1910, y cuyas consecuencias múltiples han hecho de él una de las manifestaciones más significativas del espíritu del siglo XX.

El arte abstracto deja de considerar justificada la necesidad de la representación y tiende a sustituirla por un lenguaje visual autónomo, dotado de sus propias significaciones. Este lenguaje se ha elaborado a partir de las experiencias fauvistas y expresionistas, que exaltan la fuerza del color y desembocan en la llamada abstracción lírica o informal, o bien a partir de la estructuración cubista, que da lugar a las diferentes abstracciones geométricas y constructivas.

La obra de Wassily Kandinsky ilustra la primera vía. Llegó, entre 1910 y 1912, a una abstracción impregnada de efusión, idealmente representativa de las aspiraciones de los artistas del grupo expresionista de Munich Der Blaue Reiter, del que él mismo formaba parte. En Francia, Robert Delaunay elaboró, desde 1912, a partir de las teorías de Chevreul sobre el contraste simultáneo de los colores, sus *Ventanas* y sus primeras *Formas circulares cósmicas* abstractas, mientras que Frank Kupka exponía en el Salón de Otoño de 1912 *Amorfa, fuga de dos colores*, y en 1913 *Planos verticales azules y rojos*. En la misma época, en Rusia, Mijaíl Larionov y Natalia Goncharova llevaron hasta la abstracción pura su método de transcripción del fenómeno luminoso, al que denominaron rayonismo.

La abstracción de Piet Mondrian se elaboró a partir de la retícula cubista, a la que progresivamente redujo a trazos horizontales y verticales que encierran planos de color puro. Por su simplificación, el lenguaje del neoplasticismo, nombre que dio a su doctrina artística, satisfacía las exigencias de universalidad del artista (véase *De Stijl*). En Francia, la abstracción de Fernand Léger (*Contrastes de forme*, 1913-1914) y la de Picabia (*Udnie*, 1913) utilizaron formas cubistas sin renunciar a la intensidad cromática. En Rusia, tras haber sido el principal representante del cubo-futurismo, Kazimir Maliévitch rompió brutalmente con todas las viejas concepciones del arte al pintar en 1915 *Carré noir* dando lugar al suprematismo. Paralelamente, Vladímir Tatlin creó con sus relieves abstractos una de las primeras formulaciones de lo que se llamaría el constructivismo. Alexandr Rodchenko, tras haber pintado sus tres monocromos (*Amarillo puro*, *Azul puro*, *Rojo puro*, 1918), y El Lissitzky, aprovecharon su conocimiento de la forma para ir avanzando hacia una concepción utilitaria del arte que triunfó también en la Bauhaus en Alemania bajo el impulso de artistas como László Moholy-Nagy o Josef Albers.

En paralelo a la abstracción constructivista se desarrolló una abstracción llamada 'biomórfica', que nació de las formas creadas por Jean Arp a finales de la década de 1910 y retomadas por artistas como Joan Miró y Alexander Calder. En el periodo de entreguerras, Theo van Doesburg, después de haber sido uno de los principales defensores del neoplasticismo, renovó de manera decisiva el arte abstracto al mantener que la creación artística sólo debía estar sometida a reglas controlables y lógicas, excluyendo así cualquier subjetividad. El manifiesto del arte concreto, que publicó en París en 1931, dio lugar a la tendencia del mismo nombre que tuvo un gran desarrollo en Suiza, con Max Bill y de Richard Paul Luse, en

Francia, con François Morellet, y en todas las formas de arte sistemático nacidas después de la guerra. Estas tendencias entraron entonces en competencia con las diversas tendencias tachistas y gestuales (Jean Bazaine, Alfred Manessier, Pierre Soulages y Georges Mathieu, entre otros) que el crítico Michel Tapié reagrupó bajo la denominación de arte informal.

La tradición abstracta conoció un importante renacer en Estados Unidos a partir de finales de los años cuarenta con el *Action Painting* (Jackson Pollock, Willem de Kooning, Franz Kline) y con el *Colour-Field Painting* (Barnett Newman, Mark Rothko, Clyfford Still). Estas tendencias fueron suplantadas a partir de 1960 por la aparición del arte minimalista que marcó un nuevo periodo de interés por la geometría y la estructura mientras que en Europa el arte óptico y cinético conocía sus horas de gloria (Yaacov Agam, Jesús Rafael Soto, Victor Vasarely, Nicolas Schöfer y Bridget Riley, entre otros). El final de la década de 1960 vivió el desarrollo de una abstracción centrada en el análisis de sus propios componentes, con los grupos BMPT y Support(s)-Surface(s) en Francia, o bien orientada hacia los problemas de definición de la naturaleza de la imagen con Sigmar Polke y Gerhard Richter en Alemania. Las tendencias a la vez neo-expresionistas y neo-geométricas que se pusieron de manifiesto durante la década de 1980, mostraron un nuevo periodo de interés por la abstracción, que siguen adoptando numerosos artistas inspirados por las más variadas motivaciones.

## EXPRESIONISMO ABSTRACTO

**Expresionismo abstracto**, movimiento pictórico de mediados del siglo XX cuya principal característica consiste en la afirmación espontánea del individuo a través de la acción de pintar. Existe una gran variedad de estilos dentro de este movimiento que se caracteriza más por los conceptos que subyacen en él que por la homogeneidad de estilos. Como su propio nombre indica, el expresionismo abstracto es un arte no figurativo y, por lo general, no se ajusta a los límites de la representación convencional.

Las raíces del expresionismo abstracto se hallan en la obra no figurativa del pintor ruso Wassily Kandinsky, y en la de los surrealistas, que de forma deliberada utilizaban el subconsciente y la espontaneidad en su actividad creativa. La llegada a la ciudad de Nueva York durante la II Guerra Mundial (1939-1945) de pintores europeos de vanguardia como Max Ernst, Marcel Duchamp, Marc Chagall e Yves Tanguy difundió el espíritu del expresionismo abstracto entre los pintores estadounidenses de las décadas de 1940 y 1950, que también recibieron la influencia de la abstracción subjetiva de Arshile Gorky, pintor que nació en Armenia y emigró a Estados Unidos en 1920, y de Hans Hofmann, pintor y profesor alemán nacionalizado estadounidense, que hacía hincapié en la interacción dinámica de planos de color.

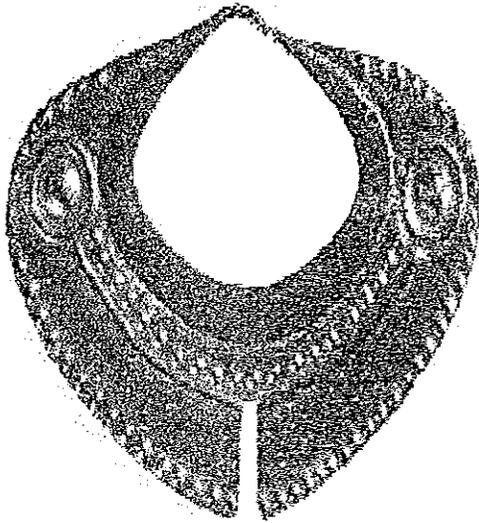
El movimiento del expresionismo abstracto tuvo su centro en Nueva York formando la llamada Escuela de Nueva York. Aunque los estilos que abarca son tan

diversos como los de los propios pintores integrantes, se desarrollaron dos tendencias principales, la de la *Action Painting* (pintura de acción) y la de los planos cromáticos. El interés de los representantes de la primera tendencia se centraba en la textura y consistencia de la pintura y en la gestualidad del artista en el momento de su aplicación sobre el lienzo, mientras que los pintores que realizaban obras con planos cromáticos ponían el acento en la unificación de color y forma. Jackson Pollock representa la quintaesencia de la *Action Painting*. Su único modo de abordar la pintura consiste en dejar chorrear los colores desde un recipiente o salpicarlos sobre el lienzo, para hacer líneas entrelazadas que parecen prolongarse en arabescos sin fin. Willem de Kooning y Franz Josef Kline, también integrantes de la *Action Painting*, utilizaban amplias pinceladas muy empastadas para crear abstracciones rítmicas en un espacio virtualmente infinito. Mark Rothko creó rectángulos colmados de colores vibrantes en sus obras, muchas de las cuales son ejemplos de primer orden de la pintura de planos cromáticos. Bradley Walker Tomlin, Philip Guston, Robert Motherwell, Adolph Gottlieb y Clyfford Still combinaron en sus obras elementos de las dos tendencias.

El expresionismo abstracto también floreció en Europa y su influencia se observa en pintores franceses como Nicolas de Stael, Pierre Soulages y Jean Dubuffet. Las manifestaciones del expresionismo abstracto en Europa son el tachismo (del francés *tache*, 'mancha'), en el que priman las manchas de color, y el arte informal, que niega la estructura formal. Ambas tendencias tienen grandes afinidades con la *Action Painting* de Nueva York.

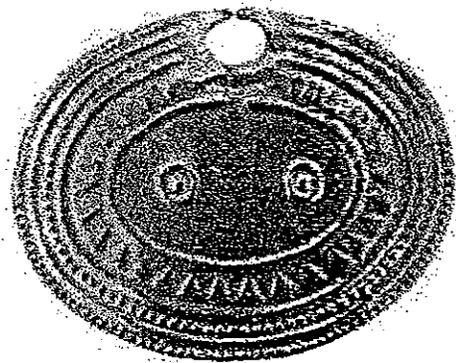
## ABSTRACCIÓN Y NATURALEZA

En la orfebrería prehispánica de Colombia no existe antagonismo entre la representación "abstracta" y la representación "naturalista". Cada pieza es una conjugación de formas que evocan siempre lo que captan los sentidos, y siempre lo ideal, lo que no adquiere realidad más que en la obra de arte.



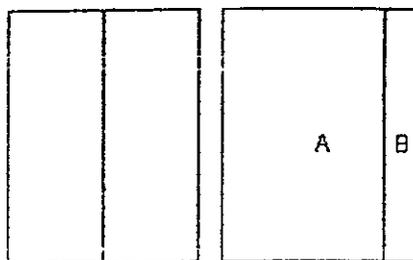
Aún en las piezas más "abstractas" hay referencias directas a la experiencia sensorial. Pero también, en todas las figuras, aún en las más "realistas", hay cierto grado de independencia del mundo real, lograda por medio de esquematizaciones, distorsiones y combinaciones imaginarias.

El resultado es una síntesis coherente y equilibrada de forma y contenido en que todo puede ser abstracto, y a la vez todo puede ser figurativo



## LA PROPORCIÓN ESPACIAL: LA PROPORCIÓN ÁUREA.

El primer problema a solucionar en una composición artística es el de hallar dentro del espacio disponible uno o más puntos, una o más divisiones o situaciones, cuyo emplazamiento sea perfecto artísticamente.

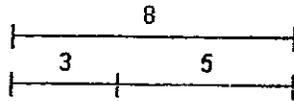


Supongamos un espacio dado -el cuadro - y supongamos la necesidad de dividirlo en dos partes, de trazar una vertical eje básico sobre el que estableceremos luego los elementos principales del cuadro. Si trazamos esta vertical en el centro del espacio (...) obtendremos una imagen estática, monótona, sin ninguna originalidad, una imagen sin esa variedad necesaria en la buena composición. Si trasladamos esta línea a un lado del cuadro (...), la variedad resultará exagerada, la imagen ofrecerá un notorio desequilibrio proporcional entre el espacio A y el B.

**La sección dorada:** Volvamos a la antigüedad para recordar que Vitruvio, arquitecto romano de los tiempos de Augusto, estudió y razonó este problema estético de la siguiente forma:

"Para que un espacio dividido en partes desiguales resulte agradable y estético, deberá haber entre la parte mas pequeña y la mayor la misma relación que entre esta mayor y el todo."

Tratemos de comprender esta regla mediante el siguiente ejemplo: he aquí un espacio, o mejor dicho, un segmento, cuya longitud total es de 8 cm.



Si dividimos ahora este espacio en dos partes desiguales, que sean precisamente 3 y 5 cms., veremos que, de acuerdo con la norma de Vitruvio, entre la parte más pequeña (3) y la mayor (5) existe la misma relación proporcional de medidas que entre esta mayor (5) y el todo o longitud total (8), porque, efectivamente,  $\frac{3}{5} = \frac{5}{8}$ . Si usted resuelve estos simples quebrados, dividiendo 8 entre 5 por un lado y 5 entre 3, por otro, obtendrá el mismo resultado: 1,6. Pues bien: Vitruvio, el arquitecto romano, halló ya entonces un factor numérico de esta división, "en razón media y extrema", como dicen los matemáticos. Este factor responde, naturalmente, a la cifra hallada al dividir 8 entre 5, y 5 entre 3, es decir:

La expresión aritmética de la sección dorada es igual a

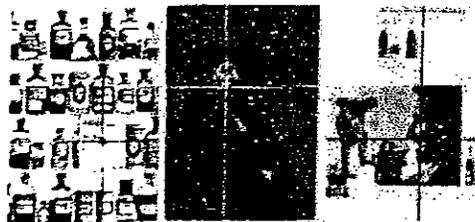
$$= 1,618 \left( \frac{1+\sqrt{5}}{2} = 1,6180339 \right)$$

Dejemos ahora estos conocimientos teóricos y vamos a la aplicación práctica de la regla de Vitruvio y de la expresión aritmética de la misma.

*Atención: en lo sucesivo, cuando usted quiera hallar dentro del espacio disponible uno o más puntos, una o más divisiones o situaciones cuyo emplazamiento responda a la "Ley de la Sección Dorada", multiplique el factor 0,618 por la longitud total de dicho espacio. El resultado le dará automáticamente, sin más cálculos, la situación de un punto o "sección dorada".*

Veamos un ejemplo: he aquí un rectángulo cuya anchura mide 9 centímetros. Multiplicando 9 por 0,618 obtenemos 5,562 que en cifras redondeadas será 5,5 centímetros, luego la división en partes desiguales de la distancia 9 será igual a 5,5 mas 3,5 centímetros.

**Aplicación practica:** Ya habrá comprendido que la "Ley de la sección dorada" puede ser aplicada a cualquier distancia o longitud, sea esta en anchura o en altura. Tenemos entonces que en una superficie dada, multiplicando la altura por el factor, 0,618 por una parte, y repitiendo la multiplicación de la anchura, por el mismo factor 0,618, obtendremos un punto ideal, un "punto dorado", en el que podremos emplazar el elemento más importante del cuadro, con la seguridad de haberlo situado en el lugar más perfecto artísticamente hablando (...).



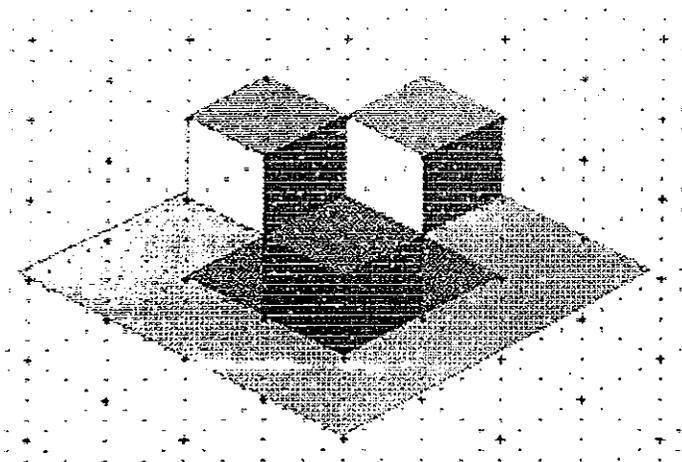
Considere ahora la utilidad de esta fórmula aplicada a cualquier tipo de composición, sea artística o comercial, sirviendo unas veces como punto o centro de interés máximo, otras como eje básico de la composición, etc. (...).

Pero, bueno: el arte no es una ciencia exacta; si usted analiza la composición artística de muchas obras celebres, es posible que en algunos casos no encuentre una relación directa entre dicha composición y el emplazamiento de este punto o eje básico fundado en los estudios de Vitruvio. Debe tener en cuenta, por otra parte, que en el arte de componer no es este el único factor que interviene, que la ley de la sección dorada puede ser modificada alterada o compensada por otras normas como las de equilibrio, de expresión, de originalidad, etc... Lo importante es saber que, en principio, existe esta ley fácilmente recordable y aplicable.

## RETÍCULAS

Casi todos los programas incorporan una opción de manejar retículas (normalmente una cuadrícula con espaciado configurable.) Esta red —que no se imprime— sirve como referencia para colocar los diferentes elementos del texto, imagen, tablas... se puede activar la opción de aproximar los objetos a las líneas de la red y éstos se desplazarán, como si fueran atraídos por ella, hasta alinearse con la fila y la columna más próximas.

Algunos programas permiten retículas especiales: por ejemplo, Xara 2 tiene la opción de elegir una cuadrícula isométrica (ver la figura.) Si dibujamos respecto de esta cuadrícula podemos fácilmente obtener objetos con aspecto tridimensional.



- **Generación de Retícula Rectangular**

La retícula rectangular o regular es un modelo digital que aproxima superficies a través de un poliedro de fases rectangulares (vea la figura siguiente). Los

vértices de esos poliedros pueden ser los propios puntos muestreados en el caso que estos puntos hayan sido adquiridos en las mismas localizaciones  $xy$  que definen la retícula deseada.

La generación de una *retícula regular* o *rectangular* debe ser efectuada cuando los datos muestreados en la superficie no son obtenidos con un espacio regular. Así, a partir de las informaciones contenidas en las isolíneas o en los puntos muestreados, se genera una retícula que representa, de la manera más fiel posible, a la superficie. Los valores iniciales a ser determinados son los espacios en las direcciones  $x$  e  $y$ , de manera que puedan representar los valores próximos a los puntos de la retícula en regiones con gran variación del relieve y que al mismo tiempo, reduzcan redundancias en regiones casi planas.

La separación de la retícula, o sea, la **resolución** en  $x$  o  $y$ , debe ser idealmente menor o igual a la menor distancia entre dos muestras con cotas diferentes. Al generarse una retícula muy fina (densa), o sea, con una distancia entre puntos muy pequeña, existirá un mayor número de informaciones sobre la superficie analizada, sin embargo, se necesitará más tiempo para su generación. Al contrario, considerando distancias grandes entre los puntos, será creada una retícula gruesa (poco densa) que podrá acarrear pérdida de información. De esta manera, para la resolución final de la retícula debe haber un compromiso entre la precisión de los datos y el tiempo de generación de la retícula.

Una vez definida la resolución y consecuentemente las coordenadas de cada punto de la retícula, puede aplicarse uno de los métodos de interpolación para calcular el valor aproximado de la elevación.

En el SPRING, la retícula regular puede ser generada a partir de muestras, o sea puntos y líneas o a partir de otras retículas regulares o irregulares. En el caso de puntos y líneas pueden ser utilizados los siguientes interpoladores: vecino más próximo, media simple, media ponderada, media ponderada por cuadrante y media ponderada por cota y por cuadrante. Para la generación de una nueva retícula regular a partir de otra retícula rectangular pueden ser utilizados los interpoladores lineal y bicúbico. Para la generación de una retícula rectangular a partir de un TIN (*"Triangular Irregular Network"*) se encuentra disponible el interpolador lineal.

mediante algún gesto, hacia algún lugar, podemos preguntarnos: ¿qué porción de mundo nos muestra?

1.4. En toda imagen figurativa se instaura la representación de un acto presupuesto; mediante este acto un primer sujeto muestra una porción de un mundo posible para que un segundo sujeto mire, identifique y contemple aquello que se le presenta. En este caso, el primer sujeto asume el rol enunciativo de mostrador, mientras que el segundo asume el rol enunciativo de espectador.

1.5. Un acto ostensivo sobre una porción de un mundo supone un acto enunciativo de informar. Si alguien dirige nuestra atención, mediante algún gesto, hacia algún lugar, después de identificar la porción de mundo que se nos muestra, podemos preguntarnos: ¿de qué se nos pretende informar mostrándonos tal porción de mundo?

1.6. En toda imagen figurativa se instaura la representación de un acto presupuesto mediante el cual un primer sujeto muestra una porción de un mundo posible a un segundo sujeto, y ello con el objetivo de vehicularle alguna información semántica. En este caso, el primer sujeto asume el rol enunciativo de informador, mientras que el segundo asume el rol enunciativo de lector.

1.7. El hecho de que toda imagen se instaure como la representación de un acto ostensivo determina su naturaleza dialógica.

## 2. Imágenes y representaciones mentales

2.1. Para un lector, una respuesta a la pregunta "¿qué información pretende alguien vehicular mostrando tal porción de mundo a través de tal imagen?" será considerada como el eje básico del significado de dicha imagen.

-Si tomamos en consideración la imagen 1 del texto 1, por ejemplo, tendremos en cuenta que alguien nos muestra una porción de un mundo posible en la que se ubican una serie de objetos, pero inmediatamente nos preguntaremos: ¿de qué nos pretende informar quien nos señala y muestra tal porción de mundo?, ¿pretende informarnos de que del grifo de una bañera sale una gota de agua?, ¿pretende informarnos de que una mujer se baña en una bañera?, ¿pretende informarnos de que la mujer que se baña posee grandes senos?, etc. Cualquiera de las alternativas que puedan aparecer, como respuesta a la pregunta planteada, si es seleccionada como la respuesta definitiva, se convertirá en el eje básico del significado de la imagen 1 del texto 1.



2.2. La respuesta que el lector de una imagen puede alcanzar respecto a la pregunta "¿qué información pretende alguien vehicular mostrando tal porción de mundo?" debe tener un formato proposicional.

-Para la imagen 1 del texto 1 informaciones semánticas como "del grifo de una bañera sale una gota de agua", "una mujer se baña en una bañera" o "la mujer que se baña en una bañera posee grandes senos", poseen un formato de representación proposicional.

2.3. En el proceso de comprensión de una imagen un sujeto puede construir un modelo mental (2), una representación mental con algún grado de analogía respecto a la porción de mundo que en la imagen se muestra; pero una representación mental de este tipo, es decir, una representación mental de carácter no proposicional, no puede identificarse como una representación mental adecuada de la respuesta a la pregunta: ¿qué información semántica vehicula alguien a través de tal imagen? Toda representación analógica implica siempre algún nivel de inconcreción sobre la información que del mundo mostrado debe aprehenderse.

2.4. Cuanto mayor es el grado de analogía entre la representación mental y la porción de mundo de la que dicha representación da cuenta, mayor es la inconcreción de la información semántica que debe aprehenderse. En una representación mental hipotética que reprodujera la estructura completa de las características que se dan en una porción de mundo, sin añadir ninguna otra indicación suplementaria, la inconcreción sobre la información semántica que se pretende vehicular, respecto a dicha

porción de mundo, sería máxima. En la medida en que el grado de analogía fuera reduciéndose, también se reduciría el grado de inconcreción; pero siempre que subsistiera el principio de analogía, aunque fuera en su mínima expresión, subsistiría, también en su mínima expresión, el efecto de inconcreción sobre la información semántica que alguien ha pretendido vehicular a través de la imagen (3).

2.5. Un sujeto no habrá determinado de forma exhaustiva cuál es la información semántica que alguien pretende vehicular mostrando, a través de una imagen, tal porción de mundo, hasta que dicha información no esté representada mentalmente en un formato que implique el menor grado posible de la relación analógica respecto a la porción de mundo mostrada, es decir, hasta que dicha información no esté representada en un formato proposicional (4).

2.6. Aprender la porción de mundo que, a través de una imagen, alguien pretende mostrar, implica optimizar las posibilidades de los formatos analógicos de las representaciones mentales. Aprender la información semántica que, a través de una imagen, alguien pretende vehicular, implica optimizar las posibilidades de los formatos arbitrarios, proposicionales, de las representaciones mentales (5).

2.7. En el proceso de comprensión del acto ostensivo que supone una imagen, un sujeto generará dos representaciones mentales, una como espectador y otra como lector. La representación mental que el sujeto genera como espectador supone una representación de la porción de mundo que a través de la imagen se muestra. Esta representación tiene

una forma de modelo mental y posee un valor referencial. La representación mental que el sujeto genera como lector supone una representación de la información que a través de la imagen se vehicula. Esta representación tiene una forma macroproposicional y posee un valor semántico .

### 3. Las imágenes como manifestaciones de baterías proposicionales

3.1. El carácter proposicional de la información semántica que vehicula una imagen viene determinado por el hecho de que, a través de dicha imagen, no sólo se presenta algo -referencia-, sino que sobre ese algo se da alguna información, -predicación-.

3.2. Una imagen figurativa presenta, en la porción de mundo que muestra, una serie de objetos. Estos objetos son categorizados en el proceso de percepción-lectura. A través de la categorización a este conjunto de objetos representados se le asigna un valor referencial y se transforma en entidades semánticas.

-En la imagen del texto 1, por ejemplo, podemos establecer un listado de objetos categorizados : "mujer", "bañera", "grifo", "jabón", "paredes" "ojos de mujer", "cañerías", etc.

3.3. Para cada figura que aparece en una imagen pueden establecerse categorizaciones alternativas.

-Con respecto a la imagen del texto 1, si tomamos la determinación de que en la bañera hay algún líquido, este puede particularizarse en

entidades semánticas como "agua", "alcohol", "leche", etc. Por otro lado, para la figura que en principio categorizamos como "mujer", podrían aparecer categorizaciones alternativas como "muñeca hinchable", "transexual", etc.

3.4. Una imagen figurativa manifiesta, para cada una de las entidades semánticas que pueda presentar, todas aquellas predicaciones que pueden ser aprehendidas por un sujeto a través de la lectura de dicha imagen. Cada asignación de una predicación a una referencia constituye una proposición.

-En la imagen del texto 1, para la entidad semántica "mujer", pongamos por caso, podemos establecer un largo listado de proposiciones que expresaremos en oraciones como: "la mujer lleva el pelo corto", "la mujer tiene las rodillas fuera del agua", "la mujer está estirada en una bañera", "la mujer tiene los ojos abiertos", etc.

3.5. El conjunto de todas las proposiciones que un lector puede aprehender, en una sucesión aleatoria, a través de la lectura de una imagen, lo denominaremos batería proposicional de la imagen.

-Para cada una de las entidades semánticas que puedan identificarse y categorizarse en la imagen del texto 1 puede hacerse un extenso listado de proposiciones. El conjunto compuesto por una sucesión aleatoria de todas las proposiciones posibles referentes a todas las entidades semánticas que el lector pueda identificar en la imagen del texto 1 definirá la batería proposicional de dicha imagen.

3.6. La totalidad de la batería proposicional de una imagen, aunque tenga un formato proposicional, no puede ser considerada como la respuesta sobre el significado de dicha imagen. Ello es así porque, normalmente, dicha batería conlleva una cantidad de información proposicional tan elevada que hace que su lectura y memorización sean impracticables.

-Si nos preguntáramos cuál es la información semántica que alguien pretende vehicular a través de la imagen del texto 1, no nos responderíamos con un larguísimo listado en el que se suceden aleatoriamente la totalidad de las proposiciones que la imagen pudiera manifestar. No reconocemos la experiencia de efectuar la lectura de imágenes como un proceso de este tipo. Dicha lectura resultaría interminable y la memorización se haría imposible.

3.7. Una o varias proposiciones de la batería proposicional, tomadas de forma aleatoria, aunque puedan ser fácilmente leídas y memorizadas, no pueden ser consideradas como la respuesta sobre el eje básico del significado de la imagen. Ello es así porque el grado de impredecibilidad sobre el resultado de la lectura de la imagen sería tan elevado que haría no rentable producir imágenes para vehicular información semántica.

-Si nos preguntáramos sobre cuál es la información semántica que alguien pretende vehicular a través de la imagen del texto 1, no consideraríamos pertinente tomar al azar cualquier proposición o conjunto de proposiciones que la imagen manifieste. Así, por ejemplo, el conjunto de proposiciones que se expresan en el enunciado lingüístico "dos toallas están colgadas detrás de la cabeza de la mujer y la mujer

tiene los ojos abiertos" no tiene que ser considerado como el eje básico del significado de la imagen por el simple hecho de que la imagen lo manifiesta, por el simple hecho de que dicho conjunto de proposiciones pueda ser verdadero respecto a la porción de mundo que en la imagen se muestra.

3.8. Sólo en el caso de que una imagen sea utilizada como un banco de datos cada acto de lectura de la imagen podrá consistir, de forma legítima, en la aprehensión de una proposición cualquiera de la batería proposicional. Esta proposición responderá, en cada caso, a una pregunta específica que el lector lanza sobre la imagen.

-Un ejemplo paradigmático de un tipo de imagen que se utiliza como un banco de datos, es el de los mapas. A un mapa de carreteras, pongamos por caso, podemos hacerle preguntas del tipo: ¿qué pueblos se deben pasar para ir de tal a tal ciudad?, ¿cuál es la ruta más corta para ir de tal a tal población?, ¿cuántos kilómetros hay entre tales puntos de la carretera?, etc. Un mapa posee una batería proposicional ingente y cada proposición es relevante con respecto a una cuestión que el lector pueda lanzar sobre dicho mapa.

#### 4. Lectura de las imágenes y construcción de macroestructuras semánticas

4.1. La lectura de una imagen o de un conjunto de imágenes implica un proceso a través del cual se produce una macroestructura semántica. Esta macroestructura semántica debe dar cuenta al lector del

significado global que puede inferirse de la batería proposicional que la imagen manifiesta (6).

-Si nos preguntamos sobre cuál es la información semántica que alguien pretende vehicular a través de la imagen del texto 1, intuitivamente podríamos responder algo así como: "parece ser que se nos informa de que una mujer toma un baño en una bañera". En este caso consideraríamos, por tanto, que la unidad proposicional "una mujer toma un baño en una bañera", o alguna otra semejante o más o menos equivalente, debe ser tomada como la macroestructura semántica de la imagen 1 del texto 1. De alguna forma, parece que tenemos la intuición de que la macroestructura semántica "una mujer toma un baño en una bañera" define e integra, de la mejor forma posible, la batería de proposiciones que la imagen manifiesta.

4.2. Un modelo mental es la representación mental de la porción de mundo que un texto muestra. Una macroestructura semántica es la representación mental de la información semántica que en el texto se vehicula sobre la porción de mundo que en el propio texto se muestra.

4.3. Una macroestructura semántica implica, para cada figura que la imagen presenta, una categorización específica entre todas aquellas categorizaciones alternativas que podrían asignarse a dicha figura.

-Así, pongamos por caso, para la figura central que aparece en la imagen del texto 1, la macroestructura "una mujer toma un baño", implica su categorización como "mujer", y no como "muñeca" o "transexual", por ejemplo.

significado global que puede inferirse de la batería proposicional que la imagen manifiesta (6).

-Si nos preguntamos sobre cuál es la información semántica que alguien pretende vehicular a través de la imagen del texto 1, intuitivamente podríamos responder algo así como: "parece ser que se nos informa de que una mujer toma un baño en una bañera". En este caso consideraríamos, por tanto, que la unidad proposicional "una mujer toma un baño en una bañera", o alguna otra semejante o más o menos equivalente, debe ser tomada como la macroestructura semántica de la imagen 1 del texto 1. De alguna forma, parece que tenemos la intuición de que la macroestructura semántica "una mujer toma un baño en una bañera" define e integra, de la mejor forma posible, la batería de proposiciones que la imagen manifiesta.

4.2. Un modelo mental es la representación mental de la porción de mundo que un texto muestra. Una macroestructura semántica es la representación mental de la información semántica que en el texto se vehicula sobre la porción de mundo que en el propio texto se muestra.

4.3. Una macroestructura semántica implica, para cada figura que la imagen presenta, una categorización específica entre todas aquellas categorizaciones alternativas que podrían asignarse a dicha figura.

-Así, pongamos por caso, para la figura central que aparece en la imagen del texto 1, la macroestructura "una mujer toma un baño", implica su categorización como "mujer", y no como "muñeca" o "transexual", por ejemplo.

4.4. Una macroestructura semántica supone una definición y una organización específica de la batería proposicional que es manifestada por una imagen. Esta organización específica la denominaremos estructura proposicional. Una estructura proposicional es el resultado de la introducción de un factor de orden en la batería proposicional. El orden se determina a partir de un eje que está constituido por una macroestructura semántica, por una macroproposición que da cuenta de un significado global de la imagen.

-La macroestructura semántica determina un orden en la batería proposicional, de tal forma que las diferentes proposiciones quedan organizadas mediante un principio de jerarquización. Así, para la imagen del texto 1, la macroestructura "una mujer se baña en una bañera" determina un orden para las distintas proposiciones de la batería proposicional:

" Una mujer toma un baño en una bañera"

La mujer tiene pelo. La bañera tiene grifo

El pelo es corto. Del grifo sale una gota de agua

4.5. La estructura proposicional es una forma jerarquizada. En el nivel superior se sitúa la macroestructura semántica. En los niveles progresivamente inferiores se ubica la información semántica que, de forma recursiva, va ampliando la información de la macroestructura hasta agotar toda la información propia de la estructura proposicional.

4.6. El grado de memorabilidad y de accesibilidad de la información semántica contenida en la estructura proposicional será mayor cuanto más elevada sea su posición en dicha estructura. El grado más alto de memorabilidad y de accesibilidad corresponde a la información contenida en la macroestructura semántica.

-Dado que la unidad proposicional "una mujer toma un baño en una bañera" ocupa el lugar más elevado de la estructura proposicional que hemos constituido a partir de la imagen del texto 1, mientras que la proposición "las piernas están flexionadas" ocupa un lugar inferior dentro de dicha estructura, la primera proposición se memorizará más tiempo que la segunda y será más fácilmente accesible para el sujeto.

4.7. Asignar distintas macroestructuras semánticas como ejes definitorios del significado de una imagen implica dotar de órdenes diferentes a la batería proposicional que la imagen manifiesta, es decir, supone organizar estructuras proposicionales diversas.

4.8. La estructura proposicional de una imagen supone una descripción específica de la porción de mundo mostrada a través de dicha imagen.

4.9. A toda imagen se le podrían asignar múltiples macroestructuras semánticas, y, por lo tanto, múltiples significados. Cualquier macroestructura semántica no puede ser considerada como la respuesta sobre el significado de una imagen. No cualquier principio de orden puede ser considerado como un principio de orden pertinente. La impredecibilidad del resultado de la lectura de la imagen sería tan

elevada que haría no rentable producir imágenes para vehicular información semántica.

-Para la imagen 1 del texto 1 podrían proponerse diferentes macroestructuras semánticas: "una mujer toma un baño en una bañera", "en el interior de un cuarto de baño hay una mujer desnuda", "una persona estirada mira hacia delante", "una bañera y el cuerpo de la mujer que está en su interior poseen formas redondeadas", "una mujer se baña en una bañera llena de leche", "una joven medita flexionando las piernas", "una muñeca hinchable de plástico está metida dentro de una bañera". Cada una de estas macroestructuras implicaría una respuesta diferente a la pregunta sobre cuál es la información semántica que alguien pretende vehicular a través de la imagen del texto 1 y determinaría definiciones y organizaciones distintas de la batería proposicional que dicha imagen manifiesta. Todas las macroestructuras presentadas dan cuenta de descripciones que pueden ser verdaderas respecto a la porción de mundo que se muestra en la imagen, y además definen y ordenan, en algún sentido, la batería proposicional; sin embargo, podríamos convenir en que, de forma intuitiva, la macroestructura "una mujer toma un baño en una bañera" nos parece más adecuada para la imagen del texto 1 que cualquiera de las otras macroestructuras alternativas que hemos planteado. La cuestión es ¿por qué?.

##### **5. Indeterminación de la lectura de las imágenes y principio de garantía de comunicabilidad**

5.1 .Que una proposición, un conjunto de proposiciones o una macroproposición sean verdaderas o puedan ser verdaderas respecto a la porción de mundo que a través de una imagen se muestra no determina que necesariamente esa proposición, conjunto de proposiciones o macroproposición deban ser consideradas como el eje básico del significado de la imagen, como la representación mental de la información semántica que a través de la imagen se vehicula.

5.2. No puede ser considerado como el eje básico del significado de una imagen: 1. El conjunto aleatorio de todas las proposiciones de la batería proposicional. 2. Cualquier proposición de la batería proposicional designada de forma aleatoria. 3. Cualquier macroproposición que, aunque introduzca un factor de orden específico en la batería proposicional, haya sido determinada de forma aleatoria (7).

5.3. Es necesario postular la existencia de algún principio que convierta la determinación de la macroestructura semántica de una imagen en un proceso no definido por el azar, y que, por tanto, garantice el cumplimiento de la función comunicativa de dicha imagen. Sólo un principio de este tipo permite entender que resulte rentable la producción de imágenes para vehicular información semántica.

-Si intuitivamente determinamos que para la imagen 1 del texto 1 es más pertinente la macroestructura "una mujer toma un baño en una bañera" que, por ejemplo, cualquiera de las otras macroestructuras posibles que hemos presentado anteriormente debe existir algún principio, explicable en términos computacionales, por el cual nuestra mente llega a tal

conclusión, algún principio que permita al autor de la imagen del texto 1 prever qué es lo que nosotros leeremos y que nos permitirá, como lectores, inferir qué es lo que el autor de la imagen del texto 1 ha querido decir mostrándonos aquella porción de mundo que aparece en dicha imagen.

5.4. En los procesos de transferencia de información semántica a través de imágenes debe introducirse un principio de garantía de comunicabilidad. Este principio implica la reducción del grado de impredecibilidad e indeterminación de la lectura y plantea una perspectiva dialógica. Según esta perspectiva, tanto el informador como el lector son competentes respecto a los principios que regulan la aplicación de las operaciones básicas de procesamiento de la información. A partir de estas competencias, el informador y el lector pueden tomarse, mutuamente, en consideración.

## **6. La pregnancia semántica como principio de garantía de comunicabilidad**

6.1. La garantía de comunicabilidad que se establece entre los sujetos que se transfieren información semántica a través de imágenes se fundamenta en el principio de pregnancia semántica. El principio de pregnancia semántica define que para determinar el significado de una imagen o de un conjunto de imágenes se procesará la mayor cantidad de información semántica explicitada con el objetivo de calcular, como resultado, la macroestructura semántica con menor cantidad de información que permitan las condiciones dadas (8).

-Si intuitivamente determináramos que la macroestructura semántica "una mujer toma un baño en una bañera" es la más pertinente respecto a la imagen del texto 1, ello tendría la siguiente explicación: dicha macroestructura, de entre todas las posibles, es la que define y subsume la mayor cantidad de proposiciones de la imagen para construir un orden semántico que implica, para nosotros, la menor cantidad de información, la máxima pregnancia.

6.2. Para determinar la estructura proposicional vehiculada por una imagen o un conjunto de imágenes, un lector tomará en consideración el principio de que dicha estructura proposicional debe aumentar lo mínimo posible la cantidad de información almacenada en su memoria.

6.3. Todo sujeto buscará, en una imagen o en un conjunto de imágenes, una estructura proposicional que le aporte alguna cantidad relevante de información. Sin embargo, todo sujeto, para determinar cuál es la estructura proposicional que debe asignar como significado del texto, calculará la macroestructura semántica que conlleve, para él, la cantidad de información más pequeña.

6.4. La aplicación de las operaciones de procesamiento de la información semántica que manifiesta una imagen se determina a partir de la fijación de un tipo de meta definida por la maximización de la pregnancia. La lectura de las imágenes debe entenderse como un proceso de resolución de una clase específica de problemas .

6.5. De la misma forma que una imagen supone una batería de estímulos perceptivos que deben ser reducidos, en el proceso de percepción, a una

*gestalt* perceptiva con el máximo grado posible de pregnancia (9), también una imagen conlleva una batería de estímulos proposicionales que deben ser reducidos, en el proceso de lectura, a una *gestalt* proposicional con el máximo grado posible de pregnancia.

6.6. El procesamiento de la información semántica, para la construcción del significado de un texto, se determina mediante computaciones en torno a factores referidos a la cantidad de información. La información en sentido cuantitativo determina la información en sentido cualitativo. El tratamiento de la cantidad de información determina el sentido de dicha información. La lectura es un cálculo. La lectura de la imagen es un cálculo.

6.7. El principio general para determinar la macroestructura semántica que un lector puede considerar como determinante del significado de una imagen o de un conjunto de imágenes es un principio según el cual se debe maximizar la reducción de la cantidad de información. En este sentido, la construcción de un significado, a partir de una batería ingente de proposiciones, se rige por un principio general mediante el cual el lector tiende a simplificar la complejidad, a determinar algún tipo de orden en el caos, a reducir el grado de ambigüedad, a hacer más redundante lo informativo y, por tanto, a convertir en inteligible lo ininteligible y a rentabilizar su capacidad de memoria.

## 7. Factores determinantes del grado de pregnancia de una macroestructura semántica

7.1. Para determinar la cantidad de información de una macroestructura semántica y, por lo tanto, para determinar, de entre todas las posibles, la macroestructura semántica que se asignará a una imagen, se tendrán en consideración dos factores fundamentales. El primer factor se refiere al número de proposiciones que implica la macroestructura. El segundo factor se refiere al grado de improbabilidad de la macroestructura respecto a la memoria del lector.

7.2. Con respecto al primer factor, se tendrá en cuenta que el número de proposiciones que una macroestructura supone se determina en función de dos variables: la primera variable se refiere a la cantidad de proposiciones elementales que componen la macroestructura semántica; la segunda variable se refiere a la cantidad de proposiciones alternativas que pueden derivarse de la macroestructura.

7.3. Cuantas más proposiciones elementales se articulen en una macroestructura semántica, más cantidad de información conllevará dicha macroestructura.

-Con respecto a la imagen 1 del texto 1, una macroestructura como "una mujer toma un baño en una bañera", contiene menor cantidad de proposiciones elementales, y, por lo tanto, menor cantidad de información que, por ejemplo, la macroestructura "una mujer se baña en una bañera que posee un grifo del que sale una gota de agua".

7.4. Cuanta mayor cantidad de proposiciones alternativas puedan particularizarse a partir de una macroestructura semántica, la magnitud

de su ambigüedad será mayor y, por tanto, ello comportará una mayor cantidad de información.

-Si la macroestructura semántica de la imagen del texto 1 puede ser "una mujer toma un baño en una bañera" cabría pensar que una forma de reducir su cantidad de información consistiría en aplicar, sobre su contenido proposicional, una regla de generalización. Si sobre la macroestructura citada anteriormente se aplica, en algún grado, este tipo de regla, podríamos obtener una macroestructura como "una persona se asea". Así, "una persona" sería una generalización de "una mujer", y "se asea" sería una generalización de "se baña en una bañera". Sin embargo, esta macroestructura posee un mayor grado de ambigüedad, y, por lo tanto, una cantidad de información superior a la de la primera macroestructura presentada. La macroestructura "una persona se asea" es más ambigua que la macroestructura "una mujer toma un baño en una bañera" porque de la primera pueden derivarse mayor cantidad de proposiciones alternativas que de la segunda. Así, "una persona se asea" es una macroproposición que puede particularizarse como "un hombre se ducha" o "una niña se lava la cara", etc; sin embargo, estas proposiciones no pueden derivarse de "una mujer toma un baño en una bañera".

Cualquier macroestructura semántica puede transformarse en una macroestructura semántica de máximo grado de generalización, una macroestructura del tipo : "algo/alguien es", "algo/alguien es algo", "algo/alguien hace algo", etc. Así, la macroestructura de máximo grado

de generalización de la macroestructura semántica "una mujer se baña en una bañera" sería "alguien hace algo en algún espacio".

7.5. En la estructura proposicional de una imagen, sobre un eje de particularización-generalización, se sitúan, en un extremo, el de la particularización, la base de la estructura proposicional que la imagen manifiesta; en el otro extremo, el de la generalización, se ubica una macroestructura de máximo grado de generalización del tipo "algo/alguien es", "algo/alguien es algo", "algo/alguien hace algo", "algo/alguien está en algún tiempo-espacio", etc. Los dos extremos suponen puntos de máxima cantidad de información; la base de la estructura proposicional, por el número de proposiciones que la componen; la macroestructura de máximo grado de generalización, por la cantidad de proposiciones alternativas que de ella pueden derivarse, por su ambigüedad. En algún punto del eje, entre los dos extremos, la cantidad de información se reduce al máximo, en ese punto se define la macro-estructura semántica que será aprehendida y memorizada como el componente básico del significado de la imagen.

7.6. Cuanto más improbable sea una macroestructura semántica respecto a las expectativas que el lector tiene sobre el mundo al cual la imagen se refiere, mayor cantidad de información conllevará dicha macroestructura. Las expectativas que un lector tiene sobre un mundo se derivan, directamente, de la información semántica que, en torno a dicho mundo, almacena en su memoria.

-La macroestructura "una mujer se baña en una bañera llena de leche" implica más cantidad de información que la macroestructura "una mujer se baña en una bañera llena de agua". El hecho de que una bañera esté llena de leche es, respecto a la memoria del lector, respecto a su marco semántico (10) "baño en bañera", una alternativa más improbable que el hecho de que la bañera esté llena de agua. Ninguna de las dos alternativas es contradictoria respecto a los indicios figurativos que presenta la imagen; sin embargo, el lector procesará aquella alternativa que, para él, suponga almacenar la cantidad de información más pequeña, es decir, aquélla que es más probable en relación a sus estructuras de memoria.

7.7. Con respecto a una imagen determinada, la macroestructura semántica más pregnante será aquélla que, siendo lo menos ambigua posible, contenga la menor cantidad de proposiciones elementales y dé cuenta de los estados y acontecimientos más probables para las estructuras de memoria que el lector posee en relación al mundo al que la imagen se refiere.

7.8. La pregnancia de una macroestructura semántica implica la pregnancia de la estructura proposicional que organiza.

7.9. Cuando una imagen permite a un sujeto construir diferentes macroestructuras semánticas que suponen cantidades de información equivalentes, ello implica un aumento significativo de la indeterminación del resultado de la lectura de dicha imagen.

## 8. Reducción de la ambigüedad de las macroestructuras semánticas y aplicación del principio de relevancia de la improbabilidad

8.1. Reducir la magnitud de la ambigüedad de una macroestructura semántica supone reducir al máximo la cantidad de proposiciones alternativas que de ella pueden derivarse. Para reducir la magnitud de ambigüedad de la macroestructura semántica se introduce, en su construcción, el principio de relevancia de la improbabilidad. Este principio instruye al lector para que si, en la batería de proposiciones manifestada por una imagen, aparece alguna proposición con un alto grado de improbabilidad, a esta proposición se le asigne una presencia relevante en la macroestructura semántica final.

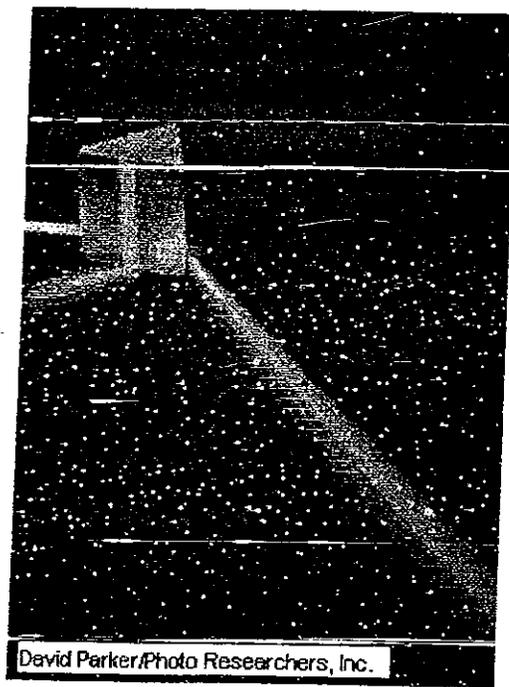
-Para la secuencia de imágenes del texto 2, puede determinarse una macroestructura semántica como "una mujer saca de un paquete un muñeco de trapo con una pequeña soga amarrada al cuello". Las informaciones que la imagen 6 ofrece en torno al tipo de vestido, a la forma de la cabeza, etc, tienen un alto grado de probabilidad respecto al marco semántico "muñeco de trapo"; sin embargo, el hecho de que el muñeco aparezca como ahorcado, con una soga enrollada en el cuello, es una información semántica con un alto grado de improbabilidad en relación con dicho marco semántico y, por lo tanto, dicha información, siguiendo el principio de relevancia de la improbabilidad, se incluirá en la macroestructura final.

## COLOR

**Color**, fenómeno físico de la luz o de la visión, asociado con las diferentes longitudes de onda en la zona visible del espectro electromagnético. Como sensación experimentada por los seres humanos y determinados animales, la percepción del color es un proceso neurofisiológico muy complejo. Los métodos utilizados actualmente para la especificación del color se encuadran en la especialidad llamada colorimetría, y consisten en medidas científicas precisas basadas en las longitudes de onda de tres colores primarios.

La luz visible está formada por vibraciones electromagnéticas cuyas longitudes de onda van de unos 350 a unos 750 nanómetros (milmillonésimas de metro). La luz blanca es la suma de todas estas vibraciones cuando sus intensidades son aproximadamente iguales. En toda radiación luminosa se pueden distinguir dos aspectos: uno cuantitativo, su intensidad, y otro cualitativo, su cromaticidad. Esta última viene determinada por dos sensaciones que aprecia el ojo: la tonalidad y la saturación. Una luz compuesta por vibraciones de una única longitud de onda del espectro visible es cualitativamente distinta de una luz de otra longitud de onda. Esta diferencia cualitativa se percibe subjetivamente como tonalidad. La luz con longitud de onda de 750 nanómetros se percibe como roja, y la luz con longitud de onda de 350 nanómetros se percibe como violeta. Las luces de longitudes de onda intermedias se perciben como azul, verde, amarilla o anaranjada, desplazándonos desde la longitud de onda del violeta a la del rojo.

El color de la luz con una única longitud de onda o una banda estrecha de longitudes de onda se conoce como color puro. De estos colores puros se dice que están saturados, y no suelen existir fuera del laboratorio. Una excepción es la luz de las lámparas de vapor de sodio empleadas en ocasiones para la iluminación de calles y carreteras, que es de un amarillo espectral casi completamente saturado. La amplia variedad de colores que se ven todos los días son colores de menor saturación, es decir, mezclas de luces de distintas longitudes de onda.



## Espectro de la luz blanca

Muchas fuentes de luz, como el Sol, emiten luz blanca. Esta luz es una mezcla de varios colores: cuando pasa por un prisma, se divide formando un espectro. El

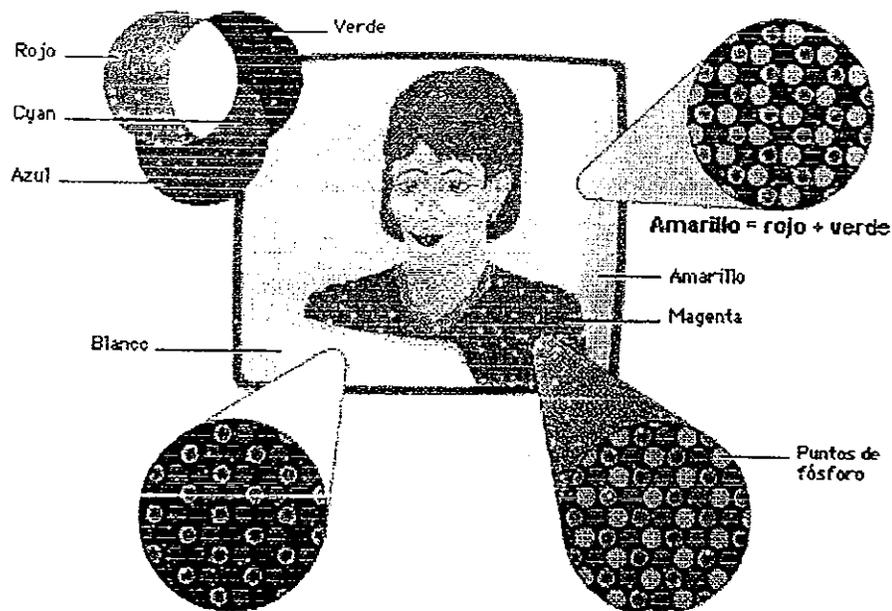
prisma desvía (refracta) más o menos la luz de diferentes colores. La luz roja es la menos refractada, y la violeta la más refractada.

Calidad de los fenómenos visuales que depende de la impresión distinta que producen en el ojo las luces de distinta longitud de onda, la ausencia total de luz (~ negro), o la suma de todas las luces (~ blanco): ~ rojo; ~ de fuego; ~ del espectro solar, del iris o elemental, el procedente de la descomposición de la luz del sol (rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, añil y violado); *colores complementarios*, los elementales o puros que sumados dan el blanco; *colores nacionales*, los de la bandera nacional; *colores litúrgicos*, los seis que emplea la Iglesia Romana en los ornamentos, según las festividades: blanco, rojo, verde, morado, negro, y en España, por privilegio, el azul; *de ~*, [vestido] que no es blanco ni negro; [pers.] que no pertenece a la raza blanca; *mudar uno de ~*, fig., demudarse (el semblante); *ponerse uno de mil colores*, mudársele el color del rostro por vergüenza o cólera reprimida; *sacarle a uno los colores a la cara o al rostro*, avergonzarle, sonrojarle; *salirle a uno los colores a la cara o al rostro*, ponerse colorado de vergüenza; *subido de ~*, picante, atrevido; *tomar ~*, adquirir un fruto o cualquier alimento el tono propio de su madurez o hechura; mejorar un enfermo.

## Colores primarios

El ojo humano no funciona como una máquina de análisis espectral, y puede producirse la misma sensación de color con estímulos físicos diferentes. Así, una mezcla de luces roja y verde de intensidades apropiadas parece exactamente igual a

una luz amarilla espectral, aunque no contiene luz de las longitudes de onda asociadas al amarillo. Puede reproducirse cualquier sensación de color mezclando aditivamente diversas cantidades de luces roja, azul y verde. Por eso se conocen estos colores como colores aditivos primarios. Si se mezclan luces de estos colores primarios con intensidades aproximadamente iguales se produce la sensación de luz blanca. También existen parejas de colores espectrales puros, que si se mezclan aditivamente, producen la misma sensación que la luz blanca, por lo que se denominan colores complementarios. Entre esos pares figuran determinados amarillos y azules, o rojos y verdes azulados



© Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos. \*Magenta = rojo + azul

## Síntesis aditiva del color

Se llama síntesis aditiva del color a la reproducción de un color cualquiera mezclando cantidades adecuadas de sólo otros tres llamados aditivos primarios:

rojo, azul y verde. De esta forma se producen los colores que forman las imágenes de televisión. La pantalla está cubierta por detrás por una matriz regular de puntos de tres compuestos de un material llamado fósforo. Cuando en estos compuestos incide el haz de electrones que se produce dentro del tubo de imagen del televisor, cada uno de ellos emite luz azul, roja o verde. El color púrpura, por ejemplo, se forma activando los puntos que brillan con luz azul y roja; el amarillo lo forman los puntos emisores de luminosidad roja y verde. El blanco es una mezcla de luces roja, verde y azul.

Todos los objetos tienen la propiedad de absorber y reflejar ciertas radiaciones electromagnéticas. La mayoría de los colores que experimentamos normalmente son mezclas de longitudes de onda que provienen de la absorción parcial de la luz blanca. Casi todos los objetos deben su color a los filtros, pigmentos o pinturas, que absorben determinadas longitudes de onda de la luz blanca y reflejan o transmiten las demás; estas longitudes de onda reflejadas o transmitidas son las que producen la sensación de color, que se conoce como color pigmento.

Los colores pigmento que absorben la luz de los colores aditivos primarios se llaman colores sustractivos primarios. Son el magenta —que absorbe el verde—, el amarillo —que absorbe el azul— y el cian (azul verdoso), que absorbe el rojo. Por ejemplo, si se proyecta una luz verde sobre un pigmento magenta, apenas se refleja luz, y el ojo percibe una zona negra. Los colores sustractivos primarios pueden mezclarse en proporciones diferentes para crear casi cualquier tonalidad; los tonos así obtenidos se llaman sustractivos. Si se mezclan los tres en cantidades

aproximadamente iguales, producen una tonalidad muy oscura, aunque nunca completamente negra. Los primarios sustractivos se utilizan en la fotografía en color: para las diapositivas y negativos en color se emplean tintes de color magenta, cian y amarillo; en las fotografías en color sobre papel se emplean tintas de estos mismos colores; también se usa tinta negra para reforzar el tono casi negro producido al mezclar los tres colores primarios.

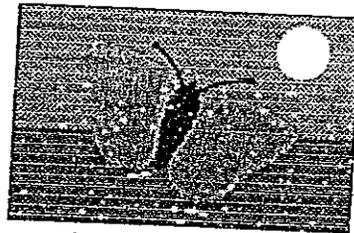
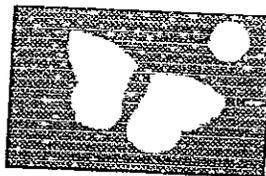


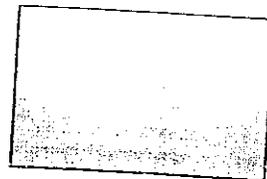
Imagen a todo color



Capa magenta  
(sustraer el verde)



Capa cian  
(sustraer el rojo)



Capa amarilla  
(sustraer el azul)

© Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

## Síntesis sustractiva del color

La síntesis sustractiva se utiliza en fotografía e imprenta. En estos medios, la imagen está formada por capas transparentes coloreadas cada una de ellas en uno de los tres colores sustractivos primarios: magenta (rojo azulado), cian (azul verdoso) y amarillo (combinación de rojo y verde). La luz blanca que ilumina la

imagen es una mezcla de luces roja, verde y azul. En este ejemplo no hay verde en zonas como el cielo o las alas; el verde se elimina de la luz blanca en estas partes por la acción del color magenta, presente en la capa que sustrae o bloquea el verde. Los otros colores se forman en las otras capas de la misma manera.

Nuestra percepción del color de las partes de una escena no sólo depende de la cantidad de luz de las diferentes longitudes de onda que nos llega de ellas. Cuando sacamos un objeto iluminado con luz artificial —que contiene mucha luz rojiza de altas longitudes de onda— a la luz del día —que contiene más luz azulada de longitudes de onda cortas— la composición de la luz reflejada por el objeto cambia mucho. Sin embargo, no solemos percibir ningún cambio en el color del objeto. Esta constancia del color se debe a la capacidad del sistema formado por el ojo y el cerebro para comparar la información sobre longitudes de onda procedente de todas las partes de una escena. Edwin Herbert Land, físico estadounidense e inventor del sistema de fotografía instantánea Polaroid Land, demostró los cálculos enormemente complejos que lleva a cabo el 'retinex' (como llamó Land al sistema formado por la retina del ojo y el córtex cerebral) para lograr la constancia de color.

El ojo y el cerebro también pueden reconstruir los colores a partir de una información muy limitada. Land realizó dos diapositivas (transparencias) en blanco y negro de una misma escena, una vez con iluminación roja para las longitudes de onda largas y otra con iluminación verde para las longitudes de onda cortas.

Cuando ambas se proyectaron en la misma pantalla, usando luz roja en uno de los proyectores y luz verde en el otro, apareció una reproducción con todos los colores. El mismo fenómeno tenía lugar incluso si se empleaba luz blanca en uno de los proyectores. Si se invertían los colores de los proyectores, la escena aparecía en sus colores complementarios.

## Absorción

No se conoce bien el mecanismo por el que las sustancias absorben la luz. Aparentemente, el proceso depende de la estructura molecular de la sustancia. En el caso de los compuestos orgánicos, sólo muestran color los compuestos no saturados y su tonalidad puede cambiarse alterándolos químicamente. Los compuestos inorgánicos suelen ser incoloros en solución o en forma líquida, salvo los compuestos de los llamados elementos de transición.

El color también se produce por otras formas que no son la absorción de luz. Las irisaciones de la madreperla o de las burbujas de jabón son causadas por interferencia. Algunos cristales presentan diferentes colores según el ángulo que forma la luz que incide sobre ellos: este fenómeno se denomina pleocroísmo. Una serie de sustancias muestran colores diferentes según sean iluminadas por luz transmitida o reflejada. Por ejemplo, una lámina de oro muy fina aparece verde bajo luz transmitida. Las luces de algunas gemas, en particular del diamante, se deben a la dispersión de la luz blanca en los tonos espectrales que la componen, como ocurre

en un prisma. Algunas sustancias, al ser iluminadas por luz de una determinada tonalidad, la absorben e irradian luz de otra tonalidad, cuya longitud de onda es siempre mayor. Este fenómeno se denomina fluorescencia o, cuando se produce de forma retardada, fosforescencia. El color azul del cielo se debe a la difusión de los componentes de baja longitud de onda de la luz blanca del Sol por las moléculas de gas de la atmósfera. Una difusión similar puede observarse en una sala de cine a oscuras. Visto desde un lado, el haz de luz del proyector parece azulado debido a las partículas de polvo que hay en el aire.

## ESCALA

Todos los elementos visuales tienen capacidad para modificar y definirse unos de otros. Este proceso es en sí mismo el elemento llamado escala. El color es brillante o apagado según la yuxtaposición, de la misma manera que los valores tonales relativos sufren enormes modificaciones visuales según sea el tono que está junto o detrás de ellos. En otras palabras, no puede existir lo grande sin lo pequeño (fig. 3.31). Pero incluso cuando establecemos lo grande a través de lo pequeño, se puede cambiar toda la escala con la introducción de otra modificación visual (fig. 3.32). Es posible establecer una escala no sólo mediante el tamaño relativo de las claves visuales, sino también mediante relaciones con el campo visual o el entorno. Es lo relativo a la escala, los resultados visuales son fluidos y nunca absolutos, pues están sometidos a muchas variables modificadoras. Es la figura 3.33, podemos considerar que el cuadrado es grande a causa de su relación de tamaño con el campo visual; en cambio, el cuadrado de la figura 3.34 nos resultará pequeño debido a su tamaño con respecto a ese campo. Todo lo que venimos diciendo es cierto en el contexto de la escala y falso en términos de medición, pues el cuadrado de la figura 3.33 es más pequeño que el de la figura 3.34.

La escala suele utilizarse en planos y mapas para representar una medición proporcional real. Normalmente la escala se explicita, por ejemplo:  $1 \text{ cm} = 25.000 \text{ m}$ , o  $1 \text{ cm} = 1.000 \text{ m}$ . En el globo terráqueo se representan distancias enormes con medidas pequeñas. Todo ello requiere ampliar nuestra comprensión para visualizar en términos de distancia real aquellas medidas simuladas en un mapa o un plano. La medición es parte integrante de la escala, pero no resulta crucial. Más importante es la yuxtaposición, lo que se coloca

junto al objeto visual o el marco en que éste está colocado. Estos factores son mucho más importantes.

El factor más decisivo en el establecimiento de la escala es la medida del hombre mismo. En aquellos diseños relacionados con la comodidad, todo va en función del tamaño medio de las proporciones humanas. Existe una proporción ideal, un hombre medio, pero existen también infinitas variantes que hacen de cada uno de nosotros un espécimen único. La producción en serie, naturalmente, está regida por el hombre medio en todos aquellos objetos grandes, como coches y bañeras. En cambio, las ropas se presentan en el mercado con múltiples tallas, por que a este nivel hay que reconocer las enormes variaciones del tamaño del individuo humano.

Existen fórmulas proporcionalidades sobre las que basar una escala; la más famosa es la *sección áurea* de los griegos. Se trata de una fórmula matemática de gran elegancia visual. Se obtiene bisecando un cuadro y usando la diagonal de una de sus mitades como radio para ampliar las dimensiones del cuadrado hasta convertirlo en rectángulo áureo. Se llega a la proporción  $a:b = c:a$ . El método de construir la proporción se ilustra en la figura 3.35 y 3.36. La sección áurea fue usada por los griegos para diseñar la mayoría de sus objetos, desde las ánforas clásicas a las plantas y los alzados de sus templos (figs. 3.37 y 3.38).

Hay muchos otros sistemas de establecer escalas; la versión contemporánea más notable es la ideada por el fallecido arquitecto francés Le Corbusier. Su unidad modular, base de todo su sistema, es el tamaño del hombre, y sobre esta proporción establece una altura media de techo, una puerta media, una ventana media, etc. Todo resulta unificado y repetible. Aunque parezca extraño, los sistemas unificados de la producción en serie

llevan incorporadas estos efectos y a menudo los elementos de que se dispone para el diseño constituyen un factor limitativo al restringir las soluciones creadoras.

Aprender a relacionar el tamaño con el propósito y el significado es esencial para la estructuración de los mensajes visuales. El control de la escala puede hacer que una habitación grande parezca pequeña y acogedora y que una habitación pequeña parezca abierta y desahogada. Este efecto puede extenderse a todas las manipulaciones del espacio, por ilusorias que sean.

## MOVIMIENTO

El elemento visual de movimiento, como el de la dimensión está presente en el modo visual con mucha más frecuencia de lo que se reconoce explícitamente. Pero el movimiento es probablemente una de las fuerzas visuales más predominantes en la experiencia humana. A nivel Fático sólo existe en el film, la televisión los encantadores móviles de Alexander Calder y en todo aquello que se visualiza con algún componente de movimientos, como la maquinaria o las ventanas. Pero hay técnicas capaces de engañar al ojo; la ilusión de la textura o la dimensión parece real gracias al uso de una expresión intensa del detalle como en el caso de la textura, o al uso de la perspectiva y luz y sombras intensas como en el caso de la dimensión. La sugestión de movimiento en formulaciones visuales estáticas es más difícil de conseguir sin distorsionar la realidad, pero está implícita en todo lo que vemos. Deriva de nuestra experiencia completa de movimiento en la vida. En parte, esta acción implícita se proyecta en la información visual estática de una manera a la vez psicológica y cinestética. Después de todo, las formas estáticas de las artes visuales, al igual que el universo tonal del film acromático que aceptamos con tanta facilidad, no son naturales en nuestra experiencia. Ese mundo paralizado y congelado es lo mejor que pudimos crear hasta el advenimiento de la imagen móvil y su milagro de la representación del movimiento. Pero observamos que, incluso en esta forma, no existe movimiento auténtico tal como lo conocemos; este movimiento auténtico tal como lo conocemos; este movimiento no es achacable al medio sino al ojo del observador en el que se da el fenómeno fisiológico de la "perspectiva de la visión". El film cinematográfico es en realidad una sarta de imágenes inmóviles que se diferencian poco unas de

otras y que, cuando el hombre las contempla en intervalos de tiempo apropiados, se mezclan en la visión de manera que el movimiento parece real.

Algunas propiedades de la perspectiva de la visión pueden constituir la razón del uso incorrecto de la palabra movimiento con que se describen las tensiones y ritmos compositivos de los datos visuales, cuando lo cierto es que estamos viendo algo fijo e inmóvil. Una pintura, una fotografía o el diseño de un tejido pueden ser estáticos, pero la magnitud de reposo que proyecta compositivamente puede implicar un movimiento como respuesta al énfasis y a la intención del diseño de artista. En el proceso de la visión no abunda precisamente el descanso. El ojo está escudriñado constantemente el entorno, siguiendo los numerosos métodos de que dispone para absorber información visual. La convención forzada de la lectura, por ejemplo, sigue una secuencia organizada (fig. 3.48). El escudriñamiento, como método de visión, parece no estructurado, pero por aleatorio que resulte a primera vista, la investigación y la medición demuestran que los patrones de escudriñamiento del hombre son tan individuales y únicos como las huellas dactilares. Esa medición puede hacerse proyectando una luz interior del ojo y registrando sobre una película sensible su reflejo en su pupila cuando el ojo mira algo. (fig.3.49). El ojo también en respuesta al proceso inconsciente de la medición y el equilibrio regido por el eje sentido y las preferencias izquierda-derecha y arriba-abajo (fig. 3.50). Puesto que de estos tres métodos visuales, dos e incluso tres se pueden dar simultáneamente, existe claramente una acción no sólo en lo que es visto sino también en el proceso de la visión.

El milagro del movimiento como componente visual es dinámico. El hombre ha utilizado la confección de imágenes y de formas con muchos propósitos, de los cuales uno de los más importantes es objetivarse a sí mismo.

Ningún medio visual se ha aproximado tanto al carácter de espejo completo y eficaz del hombre de su mundo como el film cinematográfico. La información instantánea de la televisión hará del mundo una aldea planetaria, dice McLuhan. Sin embargo, el lenguaje separa, nacionaliza; lo visual atempera. El lenguaje es complejo y difícil; lo visual es tan rápido como la velocidad de la luz y puede expresar instantáneamente numerosas ideas. Estos elementos básicos son los medios visuales esenciales. La comprensión apropiada de su carácter y su funcionamiento constituye la base de un lenguaje que no respetará fronteras ni barreras.

## BIBLIOGRAFIA

- AICHER, O. *Sistemas de signos en la comunicación*, Gustavo Gili Barcelona 1992.
- COSTA, J., *Imagen Global*, CEAC, Barcelona 1987.
- DONDIS, D.A., *La sintaxis del a imagen*, Gustavo Gili, Barcelona 1976.
- GERMANI-FABRIS, *Fundamentos del proyecto grafico*, DON Bosco, Barcelona 1981.
- MAIER, M., *Procesos elementales de proyectacion y configuraci3n*. Curso b3sico de Dise1o del a Escuela de Artes Aplicadas de Basilea (4 vol6menes), Gustavo Gil3, Barcelona.
- SAUSMAREZ, M. De, *Dise1o B3sico. Din3mica del a forma visual en las Artes Pl3sticas*, Gustavo Gili, Barcelona, 1995.
- TEN HOLT, H.F., SMIT. S., *Manual del Artista. Equipo, materiales, t3cnicas*, Blume, Madrid 1982.
- VILLA, R. DE LA , *Guiad el usuario de Arte actual*, Tecnos, Madrid 1998.
- WONG, W., *FUNDAMENTOS DEL DISENO*, Gustavo Gili, Barcelona 1995.
- BRUNO M., *Dise1o y Comunicaci3n Visual*. Gustavo Gili.
- RODAS DUNA I., VAN E., *Aspectos Introdutorios del Dise1o (an3lisis b3sicos de la forma)*, 3rea Editores.
- LEOZ , R. ; *Redes y Ritmos espaciales*
- RIOS- ZERTUCHE DIEZ, P., *Antolog3a del Operativo Tronco Com3n*, UAM Azcapotzalco

Internet Blog Dise1o Gr3fico

# SISTEMA DE DISEÑO

APUNTES DE APOYO PARA ESTUDIANTES DE CYAD EN  
EL OPERATIVO II

POR: ANA ISABEL VICENTE VIDAL ARCOS

## INTRODUCCIÓN

- TEMA 1 QUE ES EL DISEÑO TRIDIMENSIONAL
- TEMA 2 DOBLECES Y PLEGABILIDAD
- TEMA 3 PLANOS SERIADOS
- TEMA 4 INTERSECCIÓN DE PLANOS RECTOS
- TEMA 5 PLANOS TRIANGULARES
- TEMA 6 COPAS DE LINEAS
- TEMA 7 ESTRUCTURAS LINEALES
- TEMA 8 ESTRUCTURAS POLIÉDRICAS
- TEMA 9 ESTRUCTURAS DE PARED
- TEMA 10 SÓLIDOS ARQUIMEDIANOS
- TEMA 11 SÓLIDOS PLATÓNICOS
- TEMA 12 MIURA
- TEMA 13 ORIGAMI
- TEMA 14 KIRIGAMI
- TEMA 15 SONOBÉ
- TEMA 16 CUBO MÁGICO
- TEMA 17 POP-UP

## INTRODUCCIÓN

EL DISEÑO TRIDIMENSIONAL SE BASA EN EL ESTUDIO, EL DOMINIO Y EL CONOCIMIENTO DEL CONCEPTO DE TRES DIMENSIONES. ¿QUÉ SON LAS TRES DIMENSIONES? LAS TRES DIMENSIONES SON: LARGO, ANCHO Y PROFUNDO. EL MUNDO REAL O EL QUE CONOCEMOS ESTA EN TRES DIMENSIONES YA QUE EN ESTE PODEMOS IR EN DIRECCIÓN A LA DERECHA, IZQUIERDA, AL FRENTE, ATRÁS, ARRIBA O ABAJO.

MOSTRAREMOS CONCEPTOS DE FORMAS Y ESTRUCTURAS, CUBRIENDO LA MAYOR PARTE DE LOS CONTEXTOS EN LA COMPOSICIÓN TRIDIMENSIONAL, SEA FORMAL O INFORMAL, PROCURANDO ASÍ MISMO ESTABLECER UNA ARMONÍA Y UN ORDEN, PARA GENERAR UNA EXCITACIÓN VISUAL.

TRATAREMOS DE DESARROLLAR ALGUNA SUERTE DE LOGICA VISUAL, A TRAVES DE LA CUAL LOS ALUMNOS PUEDAN LLEGAR A COMPRENDER LOS ELEMENTOS DEL DISEÑO TRIDIMENSIONAL, LA POSIBILIDAD DE

ORGANIZARLOS Y LAS LIMITANTES QUE PRESENTAN, ASI MISMO TRATAREMOS DE PARTIR DE SITUACIONES DEFINIDAS Y CONCRETAS, CADA UNA DE ELLAS CON VARIACIONES INFINITAS QUE SE PUEDAN EXPLORAR.

EN LAS TRES DIMENSIONES EL VOLUMEN, DE UNA FIGURA, ES EL NUMERO QUE INDICA LA PORCION DE ESPACIO QUE OCUPA. SE EXPRESA EN UNIDADES CÚBICAS. EL OBJETIVO DEL DISEÑO TRIDIMENSIONAL ES EL DE CREAR OBJETOS QUE PUEDAN EXISTIR EN EL MUNDO REAL.

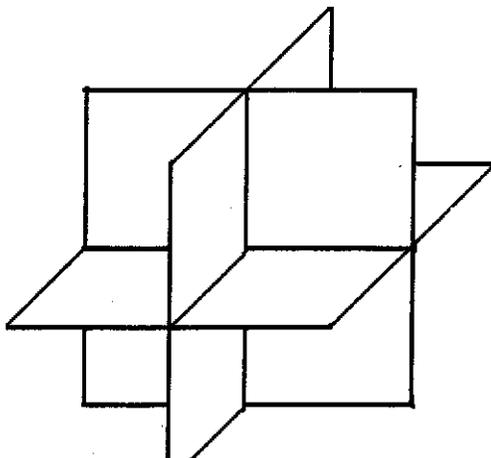
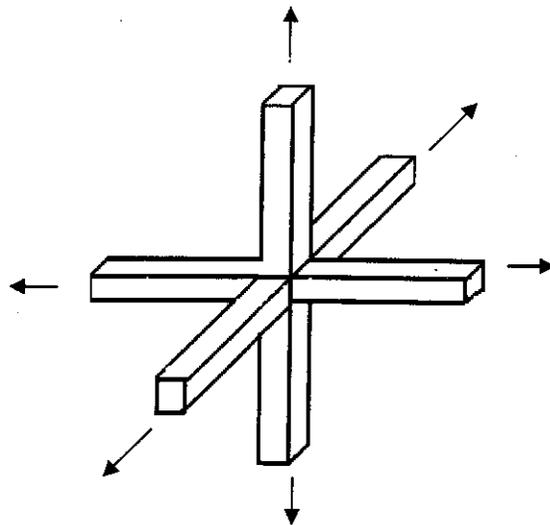
ALGUNOS DE LOS OBJETIVOS A TRATAR SON LOS SIGUIENTES: LA CONSIDERACIÓN SIMULTÁNEA DE VARIAS PERSPECTIVAS DESDE DISTINTOS ÁNGULOS. LA VISUALIZACIÓN DE LA PERSPECTIVA DEL PAPEL, A UNA FORMA MATERIAL TANGIBLE, EN EL ESPACIO REAL. ENTENDER QUE UN DISEÑO TRIDIMENSIONAL DEBE SER CAPAZ DE VISUALIZARSE DE FORMA COMPLETA Y ROTARLA, MENTALMENTE, EN TODA DIRECCION. VISUALIZACIÓN DE LARGO, ANCHO Y PROFUNDIDAD, TOMAR EN CUENTA LA DIRECCIÓN VERTICAL ( DE

ARRIBA, ABAJO), HORIZONTAL (DE IZQUIERDA A DERECHA), Y TRANSVERSAL (HACIA DELANTE Y HACIA ATRÁS) UNA VISIÓN PLANA: LA FORMA TAL COMO ES VISTA DESDE EL COSTADO. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (CONCRECIONES DE LOS ELEMENTOS CONCEPTUALES) ELEMENTOS USADOS PARA INDICAR LOS COMPONENTES DEL DISEÑO TRIDIMENSIONAL. LA CONSTRUCCIÓN DE UNA FORMA VOLUMÉTRICA, PENSANDO EN TÉRMINOS DE SUS SECCIONES TRANSVERSALES O EN COMO LA FORMA PUEDE SER CORTADA EN RODAJAS A INTERVALOS REGULARES, DE LOS QUE DERIVAN LOS PLANOS SERIADOS. ENTENDER QUE TODA ESTRUCTURA BI-DIMENSIONAL FORMAL PUEDE CONVERTIRSE EN UNA ESTRUCTURA DE PARED, CON EL AGREGADO DE CIERTA PROFUNDIDAD Y SUS SUB-DIVISIONES ESTRUCTURALES PUEDEN CONVERTIRSE EN CÉLULAS ESPACIALES. RECONOCER QUE EL PRISMA ES UNA CANTIDAD DE CUBOS, PUESTOS DIRECTAMENTE UNO SOBRE OTRO, CONSTRUYENDO UNA COLUMNA.

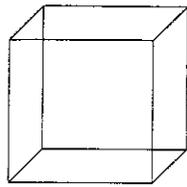
## ¿QUÉ ES EL DISEÑO TRI-DIMENSIONAL?

PERCIBIMOS EL UNIVERSO FÍSICO COMO TRIDIMENSIONAL, PARA REALIZAR UN DISEÑO TRIDIMENSIONAL, DEBEMOS CONOCER LAS TRES DIRECCIONES PRIMARIAS, QUE SON LARGO, ANCHO Y PROFUNDIDAD. PARA OBTENER LAS TRES DIMENSIONES DE CUALQUIER OBJETO, DEBEMOS TOMAR SUS MEDIDAS EN DIRECCIÓN VERTICAL, HORIZONTAL Y TRANSVERSAL. SI PARA CADA DIRECCIÓN PONEMOS UN PLANO, DUPLICÁNDOLO CREAREMOS UN CUBO.

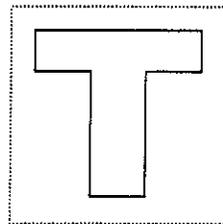
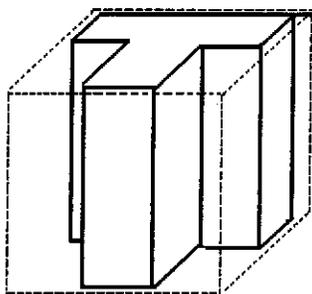
en esta figura se aprecian las tres direcciones primarias: la que va de arriba abajo, la que va de izquierda a derecha y la que va de adelante hacia atrás.



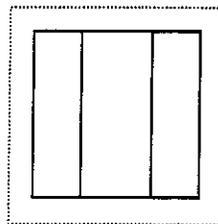
Estos son los planos establecidos para cada dirección: plano vertical, plano horizontal y plano transversal, con los cuales se puede construir un cubo.



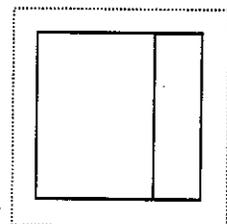
AL CUBO QUE SE FORMA SE LE PUEDE INSERTAR UNA IMAGEN Y DE ESTA FORMA PODREMOS ESTABLECER SUS TRES PERSPECTIVAS: UNA VISIÓN PLANA, UNA FRONTAL Y UNA LATERAL; CADA UNA DE ESTAS SERÁ UN DIAGRAMA LISO Y EN CONJUNTO DESCRIBEN LA FORMA TRIDIMENSIONAL MÁS EXACTA.



SUPERIOR



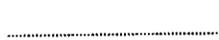
FRONTAL



LATERAL

ENTRE LOS ELEMENTOS DEL DISEÑO TRIDIMENSIONAL ENCONTRAMOS:

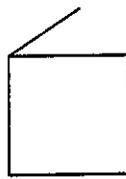
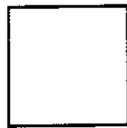
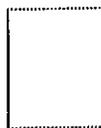
*ELEMENTOS CONCEPTUALES:* SON ELEMENTOS QUE ESTÁN PRESENTES PERO NO LOS VEMOS COMO TAL, POR EJEMPLO: EL PUNTO EN UNA LÍNEA, LA LÍNEA EN UN PLANO, EL PLANO EN UN VOLUMEN Y EL VOLUMEN, QUE EN EL PLANO CONCEPTUAL TIENE LONGITUD, ANCHURA, PROFUNDIDAD PERO NO TIENE PESO.



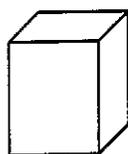
*Punto:* vemos una repetición de puntos



*Línea:* se forma por una sucesión de puntos.

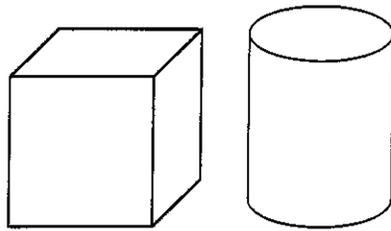


*Plano:* La unión de varias líneas forman el plano.

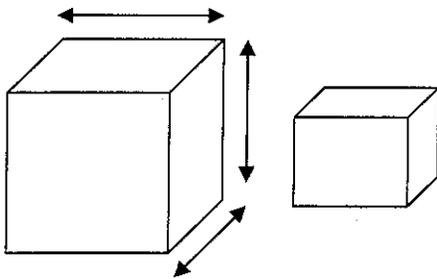


*Volumen:* resulta de la unión de los planos.

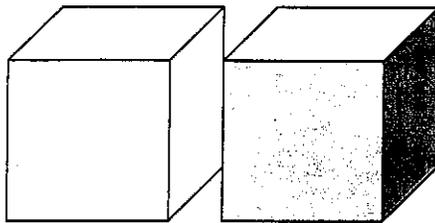
❖ **ELEMENTOS VISUALES:** SON LOS ELEMENTOS QUE DISTINGUIMOS AL OBSERVAR EL OBJETO, COMO LO ES LA FIGURA, EL TAMAÑO, EL COLOR Y LA TEXTURA.



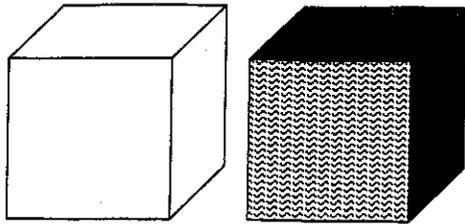
*La figura* es la característica primaria para identificar un volumen, la componen los contornos e interrelaciones de los planos que definen los límites del mismo.



*El tamaño* se puede observar en la magnitud o pequeñez, pero también en la medición exacta de sus tres dimensiones, así se podrá calcular el volumen.

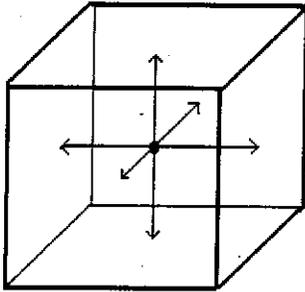


*El color* nos permite distinguir claramente a la figura de su entorno.



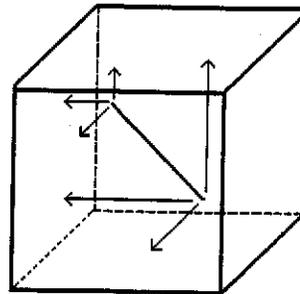
*La textura* alude a las propiedades del material utilizado en su superficie.

❖ *ELEMENTOS DE RELACIÓN:* PARA ESTABLECER ESTOS ELEMENTOS DEBEMOS DE UTILIZAR UN CUBO DE REFERENCIA Y OBTENER LA *POSICIÓN, DIRECCIÓN, ESPACIO Y GRAVEDAD.*

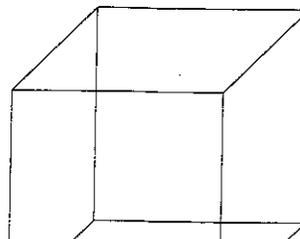
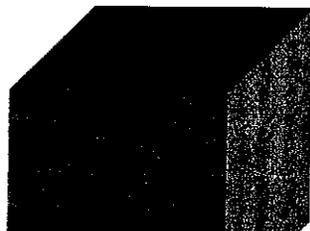


*La posición:* se determina a partir de la relación del punto con todos los planos.

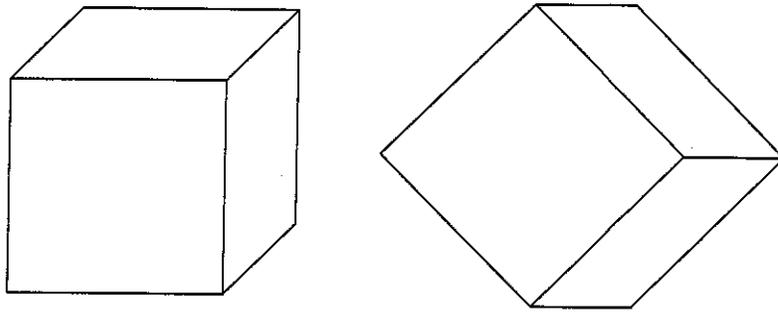
*La dirección:* es el rumbo que una línea toma con respecto a cada uno de los planos



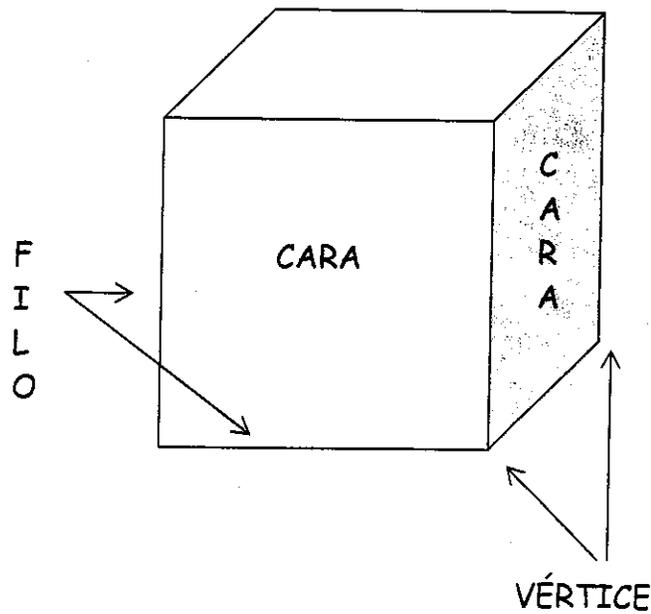
*espacio:* visto como un diseño tridimensional, un volumen puede ser sólido -masa que ocupa el lugar de un hueco- o vacío, espacio contenido o encerrado por planos.



**Gravedad:** Para tener estabilidad en el diseño debemos tomar en cuenta el efecto que ejerce la gravedad sobre el cuerpo, pues cualquier figura necesita un apoyo y consideraremos el material, el peso y las dimensiones.



❖ **Elementos constructivos:** tienen fuertes cualidades estructurales importantes para la comprensión de los sólidos geométricos, los cuales son *el vértice, filo y cara*.



Todos estos elementos interrelacionados nos ayudan a definir e identificar un volumen.

LA INTERSECCIÓN DEL CUBO CON UN PLANO CONSISTE EN FIGURAS CERRADAS QUE REVELARÍAN EL CONTENIDO DEL CUBO A UN OBSERVADOR 3-D. UN OBSERVADOR 2-D, EN CAMBIO, SÓLO VERÍA UNA PORCIÓN DEL PERÍMETRO DE LA FIGURA. EN VEZ DE UN PLANO, EL DISEÑADOR 2-D VERÍA UN SEGMENTO DE LÍNEA CUYA LONGITUD PODRÍA AUMENTAR, DISMINUIR, AUMENTAR, DISMINUIR, Y LUEGO DESAPARECER.



## DOBLECES Y PLEGABILIDAD

ESTE PRINCIPIO TIENE GRAN FUNDAMENTO EN EL ARTE DE DOBLAR PAPEL LLAMADO ORIGAMI, TRADICIÓN NACIDA EN ORIENTE A INICIOS DE NUESTRA ERA, RESERVADA ORIGINALMENTE A LA NOBLEZA Y LOS SAMURAI JAPONÉSES.

DESPUÉS DE UNA DIFUSIÓN PRÁCTICAMENTE LENTA GRACIAS A LOS CONTACTOS COMERCIALES FUE INTRODUCIDO EN EUROPA Y POSTERIORMENTE EN AMÉRICA, TOMANDO UN NUEVO IMPULSO EN EL SIGLO PASADO. SIN EMBARGO, SE PUEDE DECIR QUE NO TIENE EL MISMO CARÁCTER, PUES MIENTRAS QUE FUE Y ES UN ARTE REFINADO EN ORIENTE (CON MUCHO RESPETO POR LA MÁXIMA "NO CORTAR, NO PEGAR"), NO OCURRE LO MISMO EN OCCIDENTE (DONDE EL RESPETO A DICHA MÁXIMA NO ES EL MISMO), SIENDO UNA DE LAS RAZONES PRINCIPALES DE ÉSTO QUE EN JAPÓN NO ABUNDA LA MATERIA PRIMA PARA REALIZAR ESTA ACTIVIDAD: LOS ÁRBOLES Y, POR ENDE, EL PAPEL.

ACTUALMENTE SE HA COMENZADO A ESTUDIAR MÁS SISTEMÁTICAMENTE AL ORIGAMI COMO MEDIO DE REPRESENTACIÓN DE OBJETOS MATEMÁTICOS, Y GEOMÉTRICOS EN PARTICULAR. POR

EJEMPLO SE HA ESTUDIADO LA RELACIÓN ENTRE EL ORIGAMI Y LA TOPOLOGÍA; LA RELACIÓN ENTRE LOS POLIEDROS HECHOS CON ORIGAMI Y LAS GEODÉSICAS (ESTRUCTURAS BASADAS EN LOS DISEÑOS DE BUCKMINSTER FULLER); SE HAN FORMULADO LISTAS DE AXIOMAS PARA EL ORIGAMI; EL FÍSICO JUN MAEKAWA HA DESCUBIERTO TEOREMAS RELACIONADOS CON EL ORIGAMI, USÁNDOLOS PARA DISEÑAR MODELOS; EL MATEMÁTICO TOSHIKAZU KAWASAKI HA ESTUDIADO TEOREMAS DEL ORIGAMI EN CUATRO DIMENSIONES; ROBERT LANG DE CALIFORNIA HA DESARROLLADO UNA MANERA DE ALGORITMIZAR EL PROCESO DE DISEÑO PARA USAR UNA COMPUTADORA EN LA INVENCIÓN DE MODELOS COMPLEJOS; EL EDUCADOR SHUZO FUJIMOTO Y EL ARTISTA CHRIS PALMER HAN DESCUBIERTO PARALELISMO ENTRE ORIGAMI Y LOS TESELADOS; PETER ENGEL HA RELACIONADO EL ORIGAMI, INCLUSO EL ARTÍSTICO, Y LA TEORÍA DEL CAOS (EN PARTICULAR CON LOS FRACTALES); EL MATEMÁTICO ROGER ALPERIN HA ESTABLECIDO UNA RELACIÓN ENTRE LAS CONSTRUCCIONES DE ORIGAMI Y LOS NÚMEROS (LLAMADOS "NÚMEROS CONSTRUIBLES").

TIPOS DE ORIGAMI

SI QUEREMOS HABLAR DE UNA CLASIFICACIÓN DEL ORIGAMI  
PODEMOS CONSIDERAR VARIOS ASPECTOS: LA FINALIDAD, EL TIPO DE  
PAPEL UTILIZADO Y LA CANTIDAD DE PIEZAS UTILIZADAS. A  
CONTINUACIÓN SE PRESENTAN TRES CLASIFICACIONES QUE SE  
PROPONEN DE ACUERDO A CADA UNO DE LOS ASPECTOS  
MENCIONADOS.

DE ACUERDO A LA FINALIDAD:

- ARTÍSTICO: CONSTRUCCIÓN DE FIGURAS DE LA NATURALEZA O PARA ORNAMENTO.
- EDUCATIVO: CONSTRUCCIÓN DE FIGURAS PARA EL ESTUDIO DE PROPIEDADES (GEOMÉTRICAS MÁS QUE NADA).

DE ACUERDO A LA FORMA DEL PAPEL:

- A PAPEL COMPLETO: TROZO DE PAPEL INICIAL EN FORMA CUADRANGULAR, RECTANGULAR O TRIANGULAR.
- TIRAS: TROZO INICIAL DE PAPEL EN FORMA DE TIRAS LARGAS.

DE ACUERDO A LA CANTIDAD DE TROZOS:

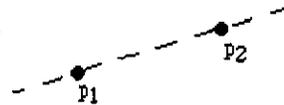
- TRADICIONAL: UN SOLO TROZO DE PAPEL INICIAL (U OCASIONALMENTE DOS O TRES A LO MUCHO).
- MODULAR: VARIOS TROZOS DE PAPEL INICIAL QUE SE PLIEGAN PARA FORMAR UNIDADES (MÓDULOS), GENERALMENTE IGUALES, QUE SE ENSAMBLAN PARA FORMAR UNA FIGURA COMPLEJA. ES CONOCIDO EN JAPÓN COMO "YUNNITO" (UNIDAD). EJEMPLOS: EL MÓDULO WATERBOMB, EL MÓDULO SONOBE, EL MÓDULO PHIZZ, EL MÓDULO MOSELY, EL MÓDULO UP-DOWN.

#### AXIOMAS DEL ORIGAMI

EL ORIGAMI HA SIDO ESTUDIADO POR CIENTÍFICOS Y ENTRE ELLOS SE ENCUENTRAN LOS MATEMÁTICOS. ALGUNOS DE ÉSTOS HAN BUSCADO HALLAR UNA TEORÍA AXIOMÁTICA REFERENTE A ESTE "ARTE-CIENCIA", POR LO QUE SE HAN PROPUESTO CONJUNTOS DE AXIOMAS. HASTA ESTE MOMENTO, HE ENCONTRADO TRES DE ESTOS CONJUNTOS: LOS PROPUESTOS POR BEITIA, POR HUZITA Y POR ALPERIN.

SEGÚN GERMÁN LUIS BEITIA:

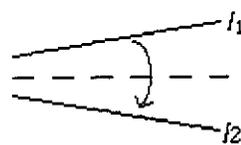
- DADOS DOS PUNTOS  $P_1$  Y  $P_2$ , SE PUEDE REALIZAR UN PLIEGUE QUE LOS CONECTE.



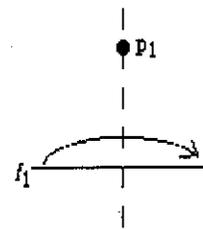
- DADOS DOS PUNTOS  $P_1$  Y  $P_2$ , PODEMOS PLEGAR  $P_1$  SOBRE  $P_2$ .



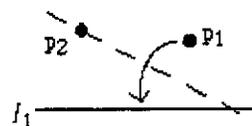
- DADAS DOS RECTAS  $L_1$  Y  $L_2$ , PODEMOS PLEGAR  $L_1$  SOBRE  $L_2$ .



- DADO UN PUNTO  $P$  Y UNA RECTA  $L$ , PODEMOS HACER UN PLIEGUE PERPENDICULAR A  $L$  QUE PASE POR  $P$ .



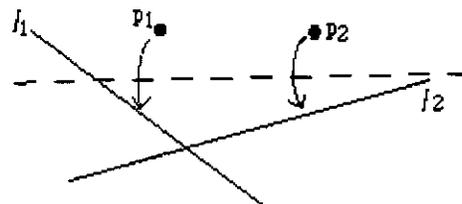
- DADOS DOS PUNTOS  $P_1$  Y  $P_2$ , Y UNA RECTA  $L$ , PODEMOS HACER UN PLIEGUE QUE HAGA CORRESPONDER A  $P_1$  CON UN PUNTO DE  $L$  Y QUE PASE POR  $P_2$ .



- PUEDE CONSIDERARSE QUE UNA HOJA ES UNA SUPERFICIE PLANA.
- UN PLIEGUE REALIZADO EN UNA HOJA DE PAPEL QUE PASE POR DOS PUNTOS Y QUE SE HA HECHO SOBRE UNA SUPERFICIE PLANA COMO SOPORTE ES UNA LÍNEA RECTA.
- EL PAPEL PUEDE SER PLEGADO DE TAL MANERA QUE PASE POR DOS O MÁS PUNTOS COLINEALES.
- PUEDE SUPERPONERSE DOS PUNTOS DISTINTOS EN UNA MISMA HOJA DE PAPEL.
- PUEDE PLEGARSE EL PAPEL DE MODO QUE UN PUNTO PUEDE SUPERPONERSE A OTRO PLIEGUE.
- PUEDE PLEGARSE EL PAPEL DE MODO QUE DOS PLIEGUES DE UNA MISMA HOJA PUEDEN SUPERPONERSE.
- DOS ÁNGULOS SON CONGRUENTES SI AL SUPERPONERSE COINCIDEN.
- DOS SEGMENTOS SON CONGRUENTES SI AL SUPERPONERSE COINCIDEN.

SEGÚN HUMIAKI HUZITA:

- DADOS DOS PUNTOS  $P_1$  Y  $P_2$ , Y DOS RECTAS  $L_1$  Y  $L_2$ , PODEMOS HACER UN PLIEGUE QUE HAGA CORRESPONDER A  $P_1$  CON UN PUNTO DE  $L_1$  Y  $P_2$  CON UN PUNTO DE  $L_2$ .



SEGÚN ROGER ALPERIN:

- LA LÍNEA QUE CONECTA DOS PUNTOS CONSTRUIBLES ES UNA LÍNEA CONSTRUIBLE.
- EL PUNTO DE COINCIDENCIA DE DOS LÍNEAS CONSTRUIBLES ES UN PUNTO CONSTRUIBLE.
- LA MEDIATRIZ DE UN SEGMENTO QUE CONECTA DOS PUNTOS CONSTRUIBLES ES UNA LÍNEA CONSTRUIBLE.
- LA LÍNEA QUE BISECTA CUALQUIER ÁNGULO CONSTUIDO DADO PUEDE SER CONSTRUIDA.
- DADA UNA LÍNEA CONSTRUIDA  $L$  Y LOS PUNTOS CONSTRUIDOS  $P, Q$ , ENTONCES SIEMPRE ES POSIBLE CONSTRUIR LA LÍNEA QUE PASA POR  $Q$  Y QUE REFLEJA A  $P$  EN  $L$ .

- DADAS LAS LÍNEAS CONSTRUIDAS L, M Y LOS PUNTOS CONSTRUIDOS P, Q, ENTONCES SIEMPRE ES POSIBLE CONSTRUIR UNA LÍNEA QUE SIMULTÁNEAMENTE REFLEJA A P EN L Y A Q EN M.

## ORIGAMI EN LA EDUCACIÓN.

### VENTAJAS EN LA EDUCACIÓN:

- UTILIZA MATERIALES Y HERRAMIENTAS RELATIVAMENTE BARATAS Y AL ALCANCE DE LA MAYORÍA.
- PROPORCIONA UN MEDIO PARA LA MANIPULACIÓN MANUAL DE LOS OBJETOS GEOMÉTRICOS.
- PERMITE UN ACERCAMIENTO A LA GEOMETRÍA DEL ESPACIO (POLIEDROS).
- LOS PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN SON LÓGICOS, EFICIENTES Y ECONÓMICOS.

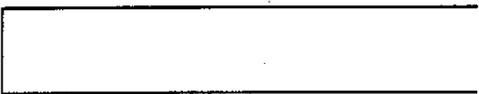
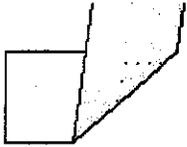
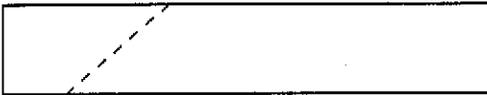
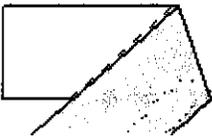
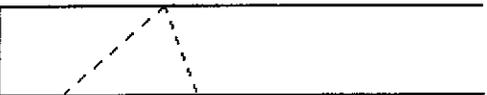
PROCEDIMIENTO

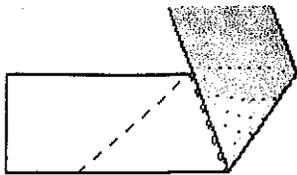
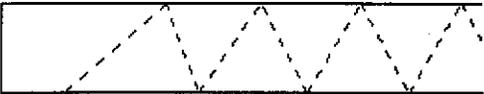
AM-BN:

"ARRIBA-ABAJO"

NOTA IMPORTANTE: EL PROCEDIMIENTO DESCRITO EN ESTA SECCIÓN Y EL ALGORITMO P-Y-T (QUE SE DESCRIBE MÁS ADELANTE) NO SON INVENCION MÍA: APARECEN EN EL LIBRO DE PETER HILTON Y DE JEAN PEDERSEN TITULADO BUILD YOUR OWN POLYHEDRA.

TRIÁNGULOS:

<p>1. SE INICIA CON UNA TIRA LARGA DE PAPEL:</p> 	<p>2. DOBLA HACIA ARRIBA EN CUALQUIER ÁNGULO:</p> 
<p>3. DESDOBLA:</p> 	<p>4. DOBLA HACIA ABAJO SIGUIENDO EL DOBLEZ ANTERIOR:</p> 
<p>5. DESDOBLA NUEVAMENTE:</p> 	<p>6. VUELVE A DOBLAR HACIA ARRIBA SIGUIENDO EL DOBLEZ ANTERIOR:</p>

	
<p>7. DESDOBLA OTRA VEZ:</p> 	<p>8. OTRA VEZ DOBLA HACIA ABAJO SIGUIENDO EL DOBLEZ ANTERIOR:</p> 
<p>9. DESDOBLA:</p> 	<p>10. CONTINÚA DOBLANDO ALTERNATIVAMENTE HACIA ARRIBA Y HACIA ABAJO (A1-B1), SIEMPRE SIGUIENDO EL DOBLEZ ANTERIOR:</p> 

ES POSIBLE OBSERVAR QUE LA TIRA SE VA LLENANDO DE DOBLECES QUE FORMAN TRIÁNGULOS, LOS CUALES PARECEN SER EQUILÁTEROS HACIA EL FINAL DE LA TIRA. A NIVEL PRÁCTICO EFECTIVAMENTE SÍ SON EQUILÁTEROS DICHS TRIÁNGULOS, SÓLO QUE HABRÍA QUE

PREGUNTARSE EL POR QUÉ. ANTES DE MIRAR LA RAZÓN DE ESTE HECHO, ¿EL LECTOR PODRÍA ENCONTRARLA?

TAMBIÉN POR OBVIAS RAZONES, PARA CUALQUIER TRABAJO CON ESTA TIRA SE DEBERÁN ELIMINAR LOS PRIMEROS TRIÁNGULOS, ES DECIR, LOS TRIÁNGULOS QUE SON MÁS IRREGULARES.

CON UNA TIRA DE ESTE TIPO (LLENA DE TRIÁNGULO EQUILÁTEROS) PRUEBA A FORMAR UN TRIÁNGULO. SIN EMBARGO, ES FÁCIL DESCUBRIR QUE ES AÚN MÁS FÁCIL FORMAR UN EXÁGONO.

ALGORITMO

P-Y-T:

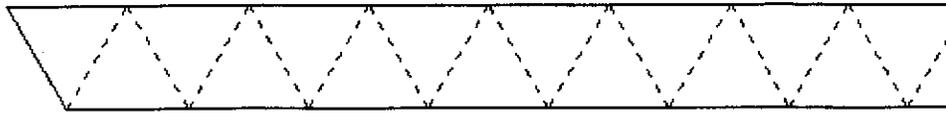
"PLIEGA-Y-TUERCE"

ESTE ALGORITMO (LLAMADO ORIGINALMENTE F-A-T: FOLD-AND-TWIST) SIRVE PARA CREAR 2K-GONOS A PARTIR DE K-GONOS.

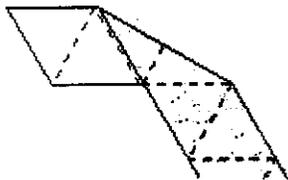
EXÁGONOS:

PARA REALIZAR EL EXÁGONO SE INTRODUCE UN DOBLEZ SECUNDARIO QUE VA A BISECTAR UNO DE LOS ÁNGULOS YA PRODUCIDOS EN UNA TIRA DE TRIÁNGULOS EQUILÁTEROS.

1. COMIENZA CON UNA TIRA DE TRIÁNGULOS EQUILÁTEROS (SE HAN ELIMINADO LOS PRIMEROS TRIÁNGULOS IRREGULARES):

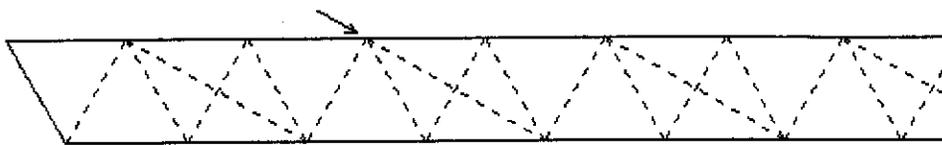


2. SE REALIZA UN DOBLEZ SECUNDARIO, PARA LO CUAL DOBLA HACIA ABAJO EXACTAMENTE COMO MUESTRA:



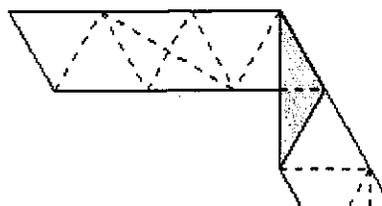
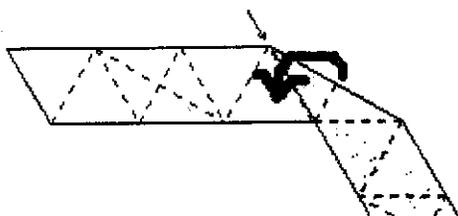
3. A INTERVALOS REGULARES SE REALIZA EL MISMO DOBLEZ SECUNDARIO. EL RESULTADO SE MUESTRA MÁS ABAJO.

4. PLIEGA LA TIRA SIGUIENDO EL DOBLEZ INDICADO POR LA FLECHA, DE TAL MANERA QUE LOS DOS PUNTOS ROJOS QUEDEN UNO SOBRE EL OTRO:



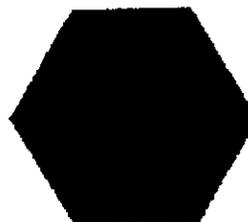
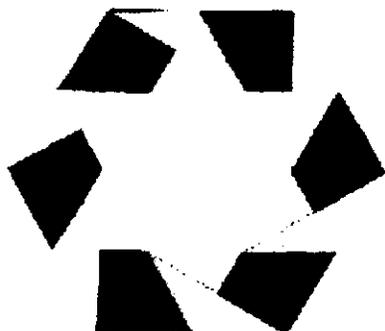
5. AHORA PLIEGA SIGUIENDO EL 6. EL RESULTADO ES COMO EL QUE

DOBLEZ INDICADO POR LA FLECHA SE ILUSTRAN, SIENDO ÉSTE UN VÉRTICE DEL EXÁGONO:  
 NEGRO, COMO SI SE ESTUVIERA TORCIENDO LA TIRA (ES DECIR, SIGUIENDO LA FLECHA ROJA):



7. REPITE LOS PASOS 4 AL 6 (ALGORITMO P-Y-T) A INTERVALOS REGULARES.

EL EXÁGONO QUE SE OBTIENE ES COMO EL DE ABAJO A LA IZQUIERDA:

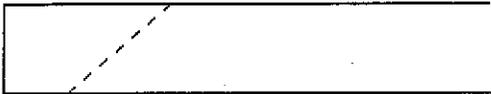
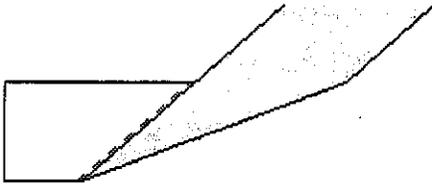
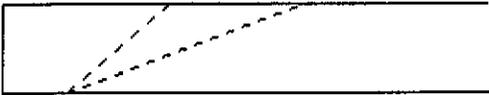
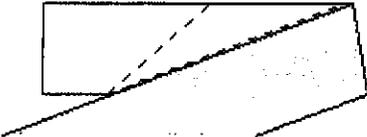


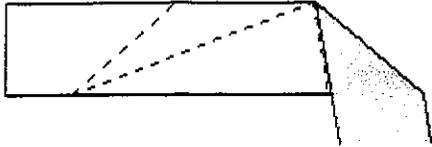
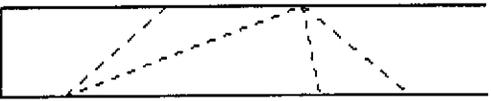
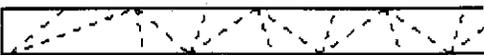
SI A UNA TIRA DE PAPEL CON TRIÁNGULOS EQUILÁTEROS (SIN EL DOBLEZ SECUNDARIO DEL EXÁGONO) SE LE APLICA ESTE MISMO

ALGORITMO SE OBTIENE UN TRIÁNGULO COMO EL DE ARRIBA A LA DERECHA.

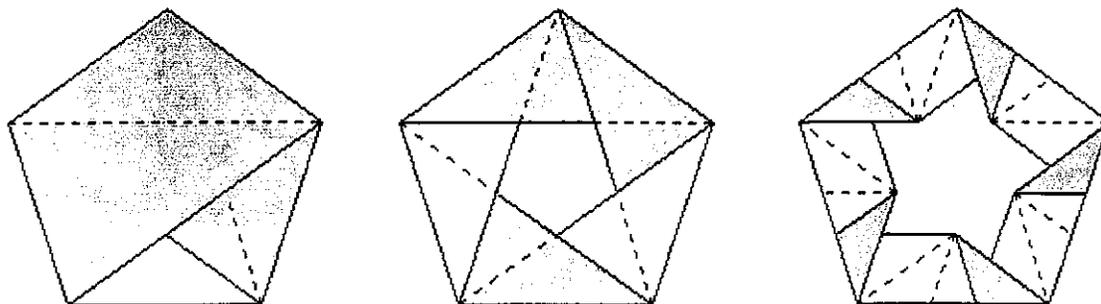
PENTÁGONOS:

REALIZANDO DOS DOBLECES EN LA TIRA HACIA ARRIBA Y DOS DOBLECES HACIA ABAJO, CONSECUTIVAMENTE, SE OBTIENE EL SIGUIENDO POLÍGONO: UN PENTÁGONO.

<p>1. SE COMIENZA CON EL PASO 3 DEL TRIÁNGULO (DESPUÉS DE UN DOBLEZ HACIA ARRIBA EN CUALQUIER ÁNGULO):</p> 	<p>2. DOBLA NUEVAMENTE HACIA ARRIBA SIGUIENDO EL DOBLEZ ANTERIOR:</p> 
<p>3. DESDOBLA:</p> 	<p>4. AHORA DOBLA HACIA ABAJO SIGUIENDO EL DOBLEZ ANTERIOR:</p> 
<p>5. DESDOBLA NUEVAMENTE:</p>	<p>6. DOBLA OTRA VEZ HACIA ABAJO</p>

	<p>SIGUIENDO EL ÚLTIMO DOBLEZ:</p> 
<p>7. DESDOBLA NUEVAMENTE:</p> 	<p>8. CONTINÚA DOBLANDO CONSECUTIVA-MENTE DOS VECES HACIA ARRIBA Y DOS VECES HACIA ABAJO (A2-B2), SIEMPRE SIGUIENDO EL DOBLEZ ANTERIOR, Y QUEDA ALGO ASÍ:</p> 

LOS PRIMERO TRIÁNGULOS (IRREGULARES) SE ELIMINAN Y ASÍ SE PUEDE PLEGAR LA TIRA SIGUIENDO LOS DIFERENTES DOBLECES. DE HECHO, SE PUEDEN OBSERVAR DOS TIPOS DE DOBLECES: UNOS CORTOS Y UNOS LARGOS; SI SE USAN LOS DOBLECES CORTOS SE OBTIENE UN PENTÁGONO COMO EL DE ABAJO A LA IZQUIERDA, SI SE USAN LOS DOBLECES LARGOS EL PENTÁGONO QUE QUEDA ES COMO EL DE ABAJO AL CENTRO. SI SE UTILIZA EL ALGORITMO P-Y-T EL PENTÁGONO RESULTANTE ES COMO EL DE ABAJO A LA DERECHA:



## DECÁGONOS:

AL IGUAL QUE EL EXÁGONO, EL DECÁGONO SE OBTIENE INTRODUCIENDO UN DOBLEZ AUXILIAR EN LA TIRA DEL PENTÁGONO:

1. COMIENZA CON UNA TIRA CON DOBLECES TIPO A2-B2:



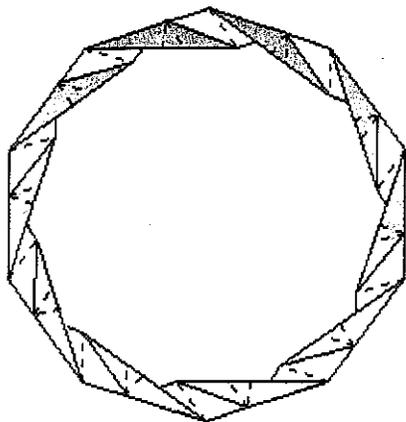
2. INTRODUCE UN DOBLEZ SECUNDARIO COMO EL QUE SIGUE:



3. DESDOBLA Y SIGUE REALIZANDO EL MISMO DOBLEZ SECUNDARIO:



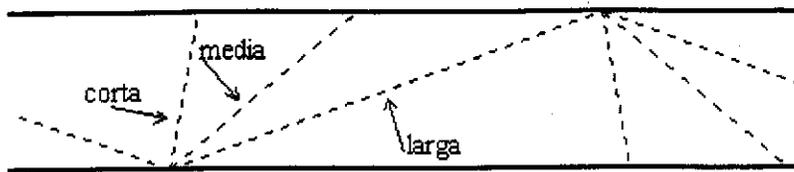
UTILIZANDO EL ALGORITMO P-Y-T QUEDA UN DECÁGONO:



### NONÁGONOS:

SE PUEDE PROBAR A HACER DOBLECES EN UNA TIRA SIGUIENDO EL PROCEDIMIENTO A3-B3, ÉSTO ES: TRES DOBLECES HACIA ARRIBA Y LUEGO TRES DOBLECES HACIA ABAJO (RECUÉRDESE QUE EN CADA UNO DE LOS DOBLECES SE DEBE SEGUIR EL DOBLEZ PRECEDENTE). TAMBIÉN SE PUEDE CONJETURAR QUÉ POLÍGONO SE OBTIENE CON UNA TIRA DOBLADA CON ESTE PROCEDIMIENTO.

CONTRARIAMENTE A LO QUE SE PODRÍA CREER, NO SE OBTIENE UN EPTÁGONO, SINO UN NONÁGONO. PERO ADEMÁS, EXISTEN VARIAS POSIBILIDADES DE DOBLEZ (Y EN OCASIONES DE APLICACIONES DEL ALGORITMO P-Y-T), PUES EN CADA UNIDAD HAY TRES TIPOS DE DOBLECES:



LA FORMA DEL POLÍGONO OBTENIDO (SIEMPRE CON NUEVE VÉRTICES) DEPENDERÁ DEL TIPO DE DOBLECES QUE SE TOME EN CUENTA Y SI SE USA EL ALGORITMO P-Y-T. DE HECHO, SE PUEDE JUGAR UN POCO PARA OBTENER POLÍGONOS ESTELLADOS (EN FORMA DE ESTRELLA).

SE PUEDE HACER UNA CONJETURA SOBRE EL NÚMERO DE LADOS QUE TENDRÁ UN POLÍGONO REALIZADO A PARTIR DE UNA TIRA DOBLADA CON EL PROCEDIMIENTO AM-BN CON  $M=N$  (COMO ES EL CASO DE HASTA AHORA). SI EL LECTOR NO ENCUENTRA UNA RELACIÓN PUEDE VER QUÉ POLÍGONOS SON ÉSTOS.

SIN EMBARGO, ESOS POLÍGONOS NO SON LOS ÚNICOS QUE SE PUEDEN OBTENER, PUES UNO TAN SENCILLO COMO EL EPTÁGONO SE OBTIENE A PARTIR DE UNA TIRA DOBLADA CON EL PROCEDIMIENTO A2-B1 (O A1-B2, QUE ES LO MISMO). DE LA MISMA MANERA, SE PUEDE

JUGAR PARA ENCONTRAR PROCEDIMIENTOS DONDE M Y N TENGAN VALORES DISTINTOS O PROCEDIMIENTOS MÁS COMPLEJOS QUE PERMITAN CREAR POLÍGONOS DE MÁS LADOS.

CON ESTO QUEDAN CUBIERTOS LA MAYORÍA DE LOS POLÍGONOS CUYOS LADOS SON DE LA FORMA  $(2K-1)$ -GONOS (CON K EN LOS NÚMEROS NATURALES), ES DECIR, POLÍGONOS CON UN NÚMERO IMPAR DE LADOS; ASÍ COMO LOS POLÍGONOS DE LA FORMA  $2(2K-1)$ -GONOS, ES DECIR, POLÍGONOS CUYO NÚMERO DE LADOS ES EL DOBLE DE LOS ANTERIORES. SIN EMBARGO, AÚN QUEDAN DOS CASOS INTERESANTES:

- LOS POLÍGONOS CUYO NÚMERO DE LADOS ES UN NÚMERO PAR QUE SI SE LE DIVIDE VARIAS VECES ENTRE 2 QUEDA UNA CANTIDAD IMPAR. POR EJEMPLO, EL 12-GONO: 12 DIVIDIDO ENTRE 2 QUEDA 6, QUE DIVIDIDO ENTRE 2 NUEVAMENTE RESULTA 3.
- LOS POLÍGONOS CUYO NÚMERO DE LADOS ES UNA POTENCIA DE 2. POR EJEMPLO, EL 16-GONO:  $16=2^4$ .

PERO...

EL ORIGAMI ES UN MEDIO,

NO UN FIN:

NO ES SUFICIENTE PROPORCIONAR UN "MANUAL" ILUSTRADO,

LA RIQUEZA VA MÁS ALLÁ:

CUESTIONÁNDOSE, ESTUDIANDO PROPIEDADES, OBSERVANDO,

ANALIZANDO, CONJETURANDO.

---

### 3 PLANOS SERIADOS

---

EL ESPACIO TIENE TRES DIMENSIONES BÁSICAS Y GRACIAS A ESTAS EXISTEN LOS VOLÚMENES. TODAS ESTAS COSAS SE VAN FORMANDO A PARTIR DE CONJUNTOS DE COSAS MÁS PEQUEÑAS; LOS PUNTOS FORMAN LÍNEAS, LAS LÍNEAS FORMAN PLANOS Y LOS PLANOS FORMAN VOLÚMENES. HAY VARIAS TÉCNICAS UTILIZADAS EN EL DISEÑO PARA LA CREACIÓN DE VOLÚMENES Y CASI TODAS SE BASAN EN LA UTILIZACIÓN DE PLANOS.

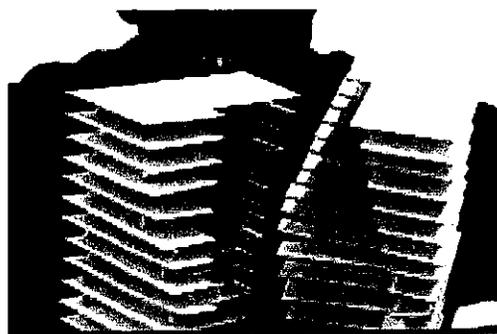
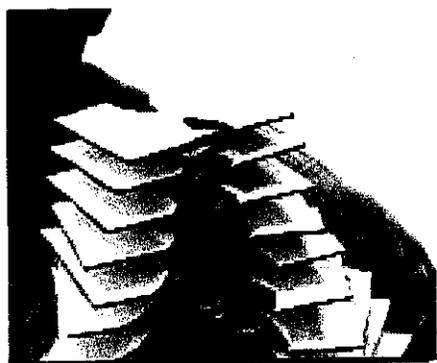
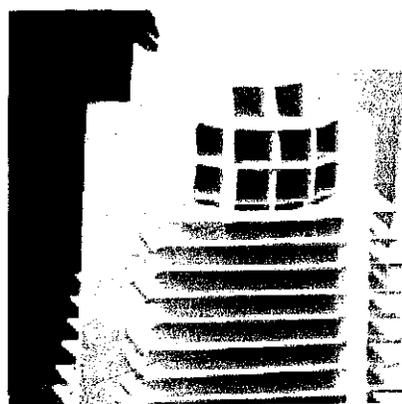
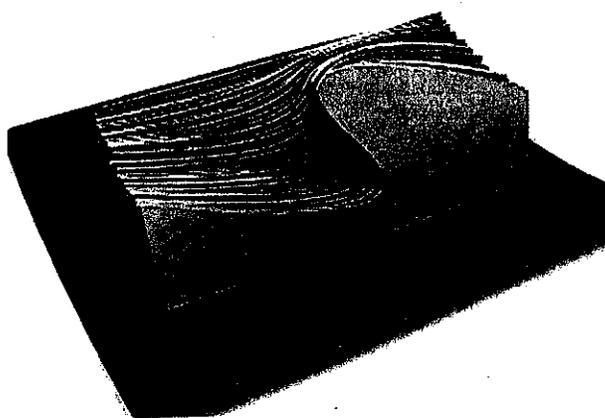
LOS PLANOS SERIADOS SON UN CONJUNTO DE ELEMENTOS QUE SE PONEN EN CIERTO ORDEN PARA GENERAR UN VOLUMEN; LA SEPARACIÓN QUE EXISTA ENTRE ELLOS PUEDE SER CUALQUIERA. PUEDEN SER UTILIZADOS EN REPETICIÓN O EN DEGRADACIÓN; LAS DEGRADACIONES PUEDEN SER DE TRES TIPOS: DE TAMAÑO, DE FIGURA O DE AMBAS. POR MEDIO DE LOS PLANOS SERIADOS SE BUSCA CREAR RELIEVES A PARTIR DE SUPERFICIES PLANAS.

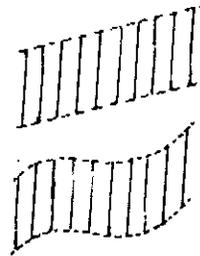
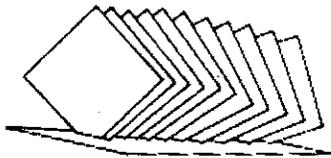
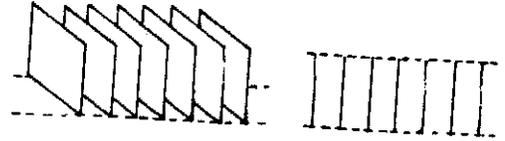
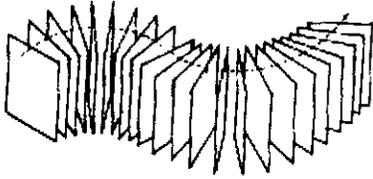
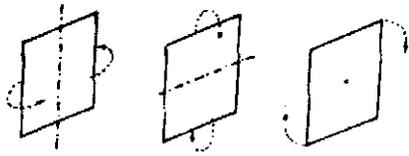
EN LOS PLANOS SERIADOS EXISTEN VARIACIONES QUE PUEDEN SER POSICIONALES (ESPACIO ENTRE PLANOS) Y DE DIRECCIÓN, DE ESTA HAY TRES TIPOS: ROTACIÓN SOBRE UN EJE VERTICAL (QUE BUSCA DESVIAR LOS PLANOS DE SU POSICIÓN PARALELA), ROTACIÓN SOBRE UN EJE HORIZONTAL Y ROTACIÓN SOBRE EL MISMO PLANO.

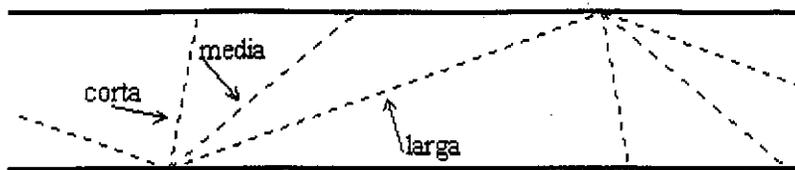
PARA EJEMPLIFICAR ESTE TEMA PODEMOS HACER UN EJERCICIO SIMPLE: SE TOMA UN CUBO CUALQUIERA Y SE DIVIDE EN UNA CANTIDAD DE PLANOS DELGADOS ; CON ELLOS PODEMOS FORMAR VARIAS FIGURAS MUY DIFERENTES ENTRE SI UTILIZANDO LA REPETICIÓN Y LA DEGRADACIÓN. LAS VARIACIONES EN LA DIRECCIÓN TAMBIEN NOS DARÁN MÚLTIPLES CAMBIOS.

LOS PLANOS SERIADOS PUEDEN SER UTILIZADOS EN VARIAS COSAS COMO EN LA ÓPTICA (EN UN APARATO PARA LA MICROSCOPIA CONFOCAL EN LA CUAL SE UTILIZAN DOS PLANOS PARA REFLEJAR LA LUZ), EN LA CONSTRUCCIÓN, EN LA FABRICACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN (TABLAROCA, TRIPLAY, AGLOMERADO...), EN LA FABRICACIÓN DE VARIOS ARTÍCULOS COMO SILLAS, SILLONES CD'S, EN EL DISEÑO DE VARIAS MARCAS (TELEVISA, CÓDIGO DE BARRAS, LIVERPOOL, ETC)

ADEMÁS DE UN BUEN ASPECTO, LOS PLANOS SERIADOS NOS PROVEEN DE CUALIDADES COMO MAYOR RESISTENCIA Y EQUILIBRIO, SI SE UTILIZAN EN FORMA DE RETÍCULA PUEDEN AYUDAR A QUE UN OBJETO SOPORTE MAYOR CANTIDAD DE PESO.







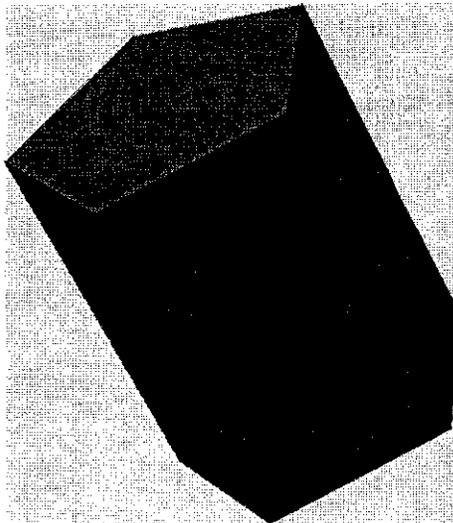
LA FORMA DEL POLÍGONO OBTENIDO (SIEMPRE CON NUEVE VÉRTICES) DEPENDERÁ DEL TIPO DE DOBLECES QUE SE TOME EN CUENTA Y SI SE USA EL ALGORITMO P-Y-T. DE HECHO, SE PUEDE JUGAR UN POCO PARA OBTENER POLÍGONOS ESTELLADOS (EN FORMA DE ESTRELLA).

SE PUEDE HACER UNA CONJETURA SOBRE EL NÚMERO DE LADOS QUE TENDRÁ UN POLÍGONO REALIZADO A PARTIR DE UNA TIRA DOBLADA CON EL PROCEDIMIENTO AM-BN CON  $M=N$  (COMO ES EL CASO DE HASTA AHORA). SI EL LECTOR NO ENCUENTRA UNA RELACIÓN PUEDA VER QUÉ POLÍGONOS SON ÉSTOS.

SIN EMBARGO, ESOS POLÍGONOS NO SON LOS ÚNICOS QUE SE PUEDEN OBTENER, PUES UNO TAN SENCILLO COMO EL EPTÁGONO SE OBTIENE A PARTIR DE UNA TIRA DOBLADA CON EL PROCEDIMIENTO A2-B1 (O A1-B2, QUE ES LO MISMO). DE LA MISMA MANERA, SE PUEDE

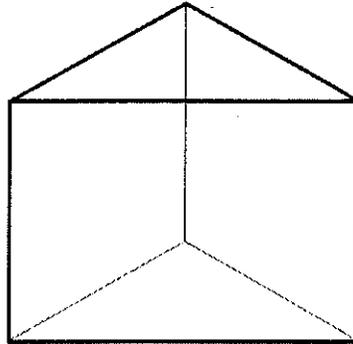
# "PRISMAS"

SE LLAMA PRISMA AL CUERPO QUE ES UN POLIEDRO LIMITADO POR DOS CARAS, LLAMADAS BASES, QUE SON POLÍGONOS IGUALES SITUADOS EN PLANOS PARALELOS, Y POR OTRAS CARAS, LLAMADAS CARAS LATERALES, QUE SON PARALELOGRAMOS Y PUEDE TENER TANTAS CARAS RECTANGULARES COMO LADOS TENGAN LAS BASES. ASÍ, ATENDIENDO AL NÚMERO DE LADOS DE LAS BASES, LOS PRISMAS SE CLASIFICAN EN TRIANGULARES, CUADRANGULARES, PENTAGONALES, ETC...

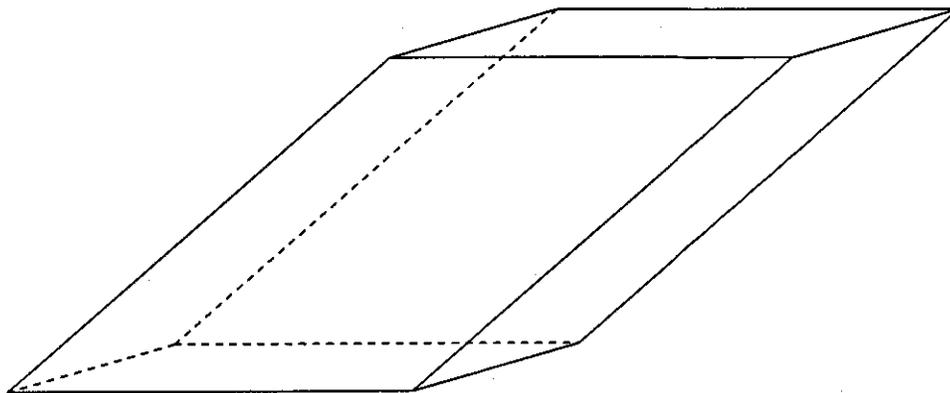


PUEDEN SER:

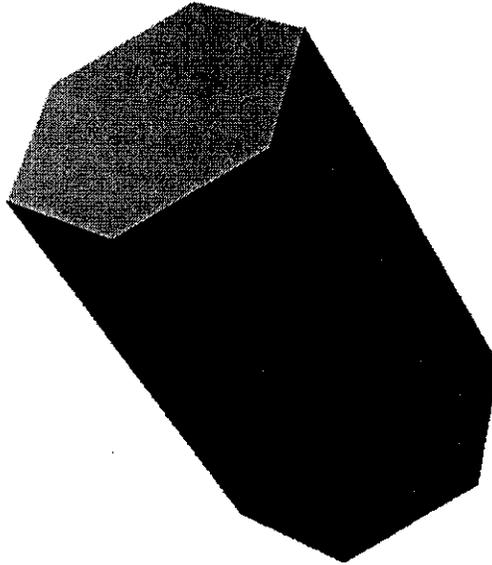
"RECTOS": SI SUS ARISTAS LATERALES SON PERPENDICULARES A LAS BASES, ES DECIR FORMAN UN ÁNGULO DE  $90^\circ$  RESPECTO A LA BASE.



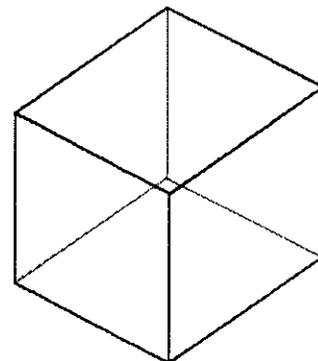
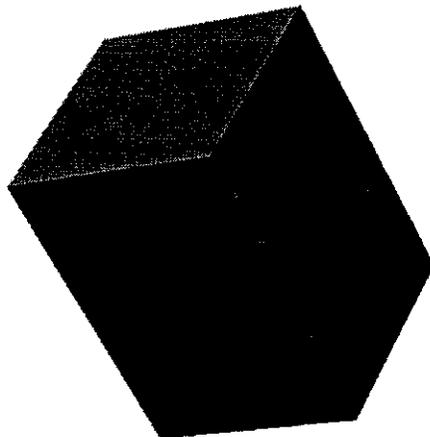
"OBLICUOS": CUANDO LAS ARISTAS LATERALES NO SON PERPENDICULARES A LAS BASES Y FORMAN ÁNGULOS MAYORES O MENORES DE  $90^\circ$ .



"PRISMA REGULAR": ES EL PRISMA RECTO CUYAS BASES SON POLÍGONOS REGULARES. SUS CARAS LATERALES SON RECTÁNGULOS IGUALES.

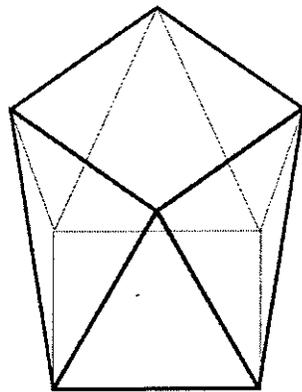


"PARALELEPÍPEDOS": SON LOS PRISMAS CUADRANGULARES CUYAS BASES SON PARALELOGRAMOS EL CUBO PUEDE CONSIDERARSE COMO UN PRISMA CUADRANGULAR.

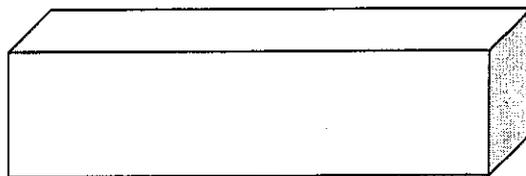


"ANTIPRISMA": ES UN POLIEDRO LIMITADO POR DOS CARAS,  
LLAMADAS BASES, QUE SON POLÍGONOS IGUALES SITUADOS EN  
PLANOS PARALELOS, UNIDOS POR CARAS LATERALES QUE SON  
TRIÁNGULOS.

EL OCTAEDRO PUEDE CONSIDERARSE COMO UN ANTIPRISMA  
TRIANGULAR.



PRISMAS Y ANTIPRISMAS CORRESPONDEN A UN INFINITO NÚMERO  
DE POSIBLES POLÍGONOS



UNO DE LOS EJEMPLOS MÁS IMPORTANTE EN DONDE PODEMOS ENCONTRAR PRISMAS ES : LA ARQUITECTURA. TE HABRÁS DADO CUENTA DE QUE, EN GENERAL, LOS EDIFICIOS QUE SE CONSTRUYEN EN LAS CIUDADES Y MUCHOS OTROS ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS URBANOS TIENEN FORMA DE PRISMA O PIRÁMIDE.

LOS PRISMAS RECTOS SON LOS MÁS HABITUALES, EN LA ARQUITECTURA PORQUE SON LOS QUE TIENEN LAS ARISTAS LATERALES -LOS LADOS DE LOS PARALELOGRAMOS- PERPENDICULARES A LA BASE. LÓGICAMENTE, ES MÁS FÁCIL CONSTRUIR PAREDES VERTICALES QUE INCLINADAS.

PARA UTILIZAR LOS PRISMAS YA SEA, A GRAN ESCALA, COMO EN LOS EDIFICIOS O EN MENOR ESCALA, COMO EN JUGUETES, ES NECESARIO CALCULAR SUS MEDIDAS PARA SU CORRECTA CONSTRUCCIÓN Y ASÍ PODER DARLES UN BUEN USO. PARA ELLO NECESITAMOS CONOCER EL ÁREA Y VOLUMEN DEL CUERPO.

LA DEFINICIÓN DE VOLUMEN Y DE CUERPO ESTÁN ÍNTIMAMENTE RELACIONADAS, PUES UNA ESTÁ EN FUNCIÓN DE LA OTRA. DE MODO QUE SE TIENE:

VOLUMEN: ES EL ESPACIO QUE OCUPA UN CUERPO

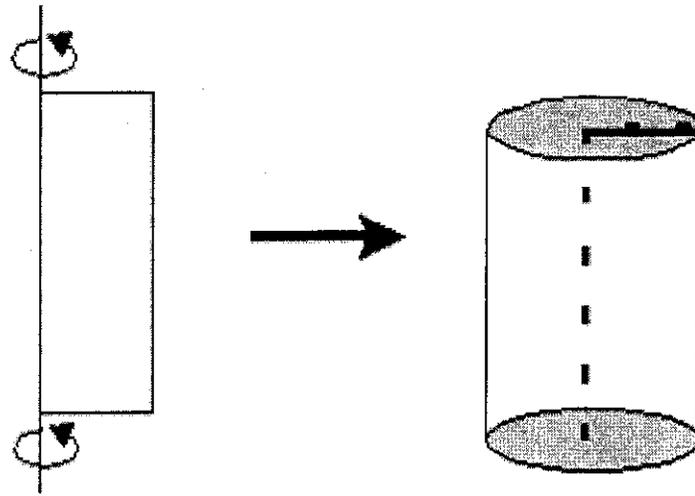
CUERPO: ES TODO AQUELLO QUE OCUPA UN LUGAR EN EL ESPACIO

EN LA MEDICIÓN DE LOS PRISMAS SE CONSIDERAN TRES DIMENSIONES PARA LOS CUERPOS: ALTURA, LONGITUD Y ANCHURA. PARA CONOCER EL VOLUMEN QUE OCUPA CUALQUIERA DE ESTOS CUERPOS SE DEBE: OBTENER EL ÁREA DE LA BASE Y MULTIPLICARLA POR LA ALTURA DEL PRISMA, O SEA:

$V = BH$  DONDE B REPRESENTA EL ÁREA DE LA BASE

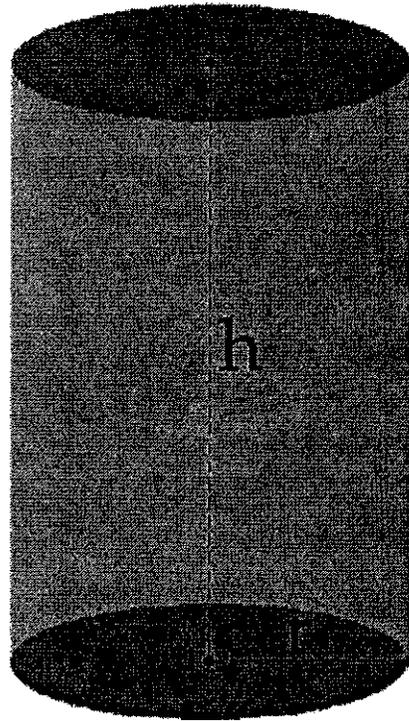
CUANDO SE QUIERE SABER EL VOLUMEN DE UN CUERPO IRREGULAR, SE RECURRE AL DESPLAZAMIENTO DE UN LÍQUIDO, QUE CONSISTE EN TENER UN RECIPIENTE CON UN VOLUMEN CONOCIDO DE DICHO LÍQUIDO E INTRODUCIR EL CUERPO. ESTE SUFRE UN DESPLAZAMIENTO (AUMENTO DEL NIVEL INICIAL) IGUAL AL VOLUMEN DEL CUERPO SUMERGIDO).

# CILINDRO



EN ESTA IMAGEN SE MUESTRA LA FORMACIÓN DE UN CILINDRO AL HACER GIRAR UN RECTÁNGULO EN TORNO A UNO DE SUS LADOS, GENERATRIZ, Y AL VOLVER AL PUNTO DE ORIGEN SE FORMA UNA CIRCUNFERENCIA, POR LO TANTO SUS BASES TENDRÁN ÉSTA FORMA.

# CILINDRO (GEOMETRÍA)



UN CILINDRO ES UNA FIGURA GEOMÉTRICA FORMADA POR LA REVOLUCIÓN DE UN RECTÁNGULO. CONSTA DE TRES LADOS: DOS CARAS IDÉNTICAS CIRCULARES UNIDAS POR UN PLANO CURVO Y CERRADO PERPENDICULAR A AMBAS CARAS.

EL ÁREA LATERAL DEL CILINDRO ES IGUAL AL ÁREA DEL RECTÁNGULO:

$$Al = c * a \text{ O MEJOR}$$

$$Al = 2\pi * r * a$$

EN EL ÁREA TOTAL SE SUMA EL ÁREA LATERAL Y EL ÁREA DE LAS DOS

TAPAS:

$$At = Al + 2B$$

O MEJOR

$$At = 2\pi * r * (a + b)$$

VOLUMEN DEL CILINDRO = ÁREA DE LA BASE POR ALTURA

EN EL VOLUMEN DEL CILINDRO SE PUEDE ANALIZAR COMO UN

POLÍGONO CON INFINITO NÚMERO DE LADOS

$$V = \pi * r^2 * a$$

EL VOLUMEN,  $V$ , DE UN CILINDRO CON UNA BASE DE RADIO,  $R$ , Y

ALTURA,  $H$ , ES:

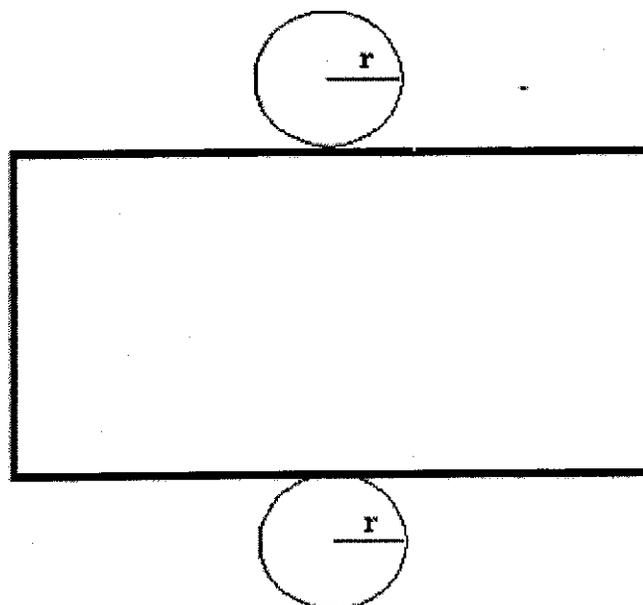
$$V = (\pi) \times R^2 \times H$$

LA SUPERFICIE,  $S$ , DE UN CILINDRO CON UNA BASE DE RADIO,  $R$ , Y

ALTURA,  $H$ , ES:

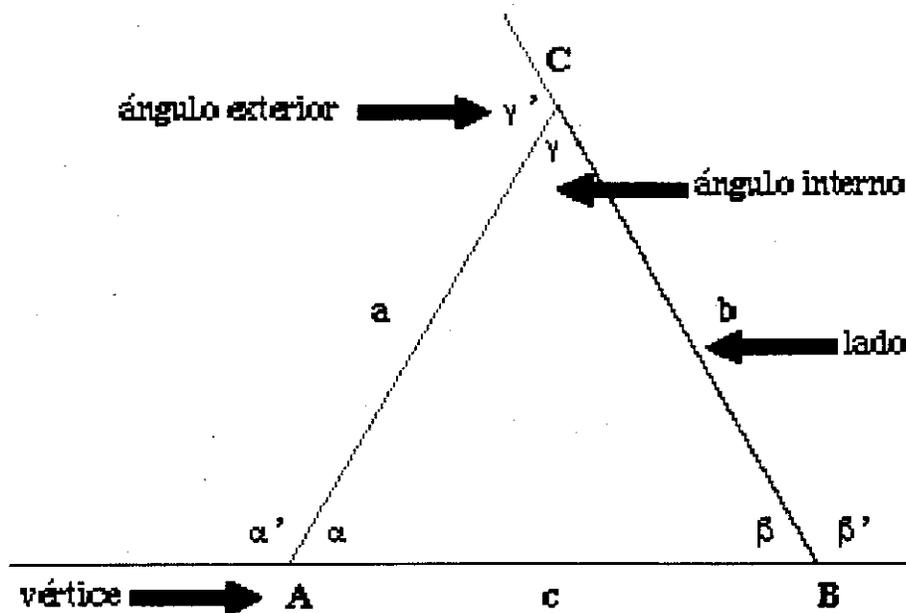
$$S = 2 \times S_{\text{BASE}} + S_{\text{LATERAL}} = 2 \times (\pi) \times R^2 + 2 \times (\pi) \times R \times H = 2 \times (\pi) \times R \times (R + H)$$

## DESARROLLO DEL CILINDRO



## PLANOS TRIÁNGULARES

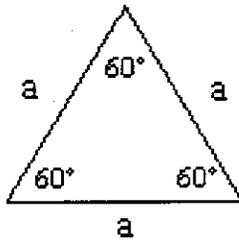
LOS TRIÁNGULOS SON POLÍGONOS QUE TIENEN ELEMENTOS FUNDAMENTALES: 3 LADOS, 3 VÉRTICES, 3 ÁNGULOS INTERIORES Y 3 ÁNGULOS EXTERIORES.



LOS TRIÁNGULOS SE PUEDEN CLASIFICAR SEGÚN DOS CRITERIOS: LA MEDIDA DE SUS LADOS Y LA MEDIDA DE SUS ÁNGULOS.

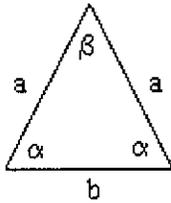
SEGÚN LA MEDIDA DE SUS LADOS HAY 3 TIPOS DE TRIÁNGULOS.

ESTOS SON:



EQUILÁTERO

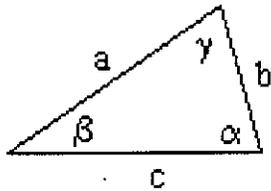
ES EL ÚNICO TRIÁNGULO REGULAR.



ISÓSCELES

EL LADO DISTINTO SE LLAMA BASE =

AB.



ESCALENO

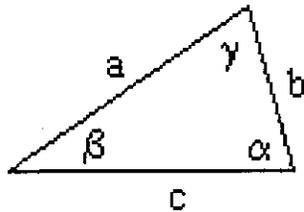
SEGÚN LA MEDIDA DE SUS ÁNGULOS, TAMBIÉN ENCONTRAMOS 3 TIPOS DE TRIÁNGULOS. ELLOS SON:

ACUTÁNGULO

SUS 3 ÁNGULOS

INTERIORES SON

AGUDOS.



## RECTÁNGULO

$$\angle CAB = 90^\circ$$

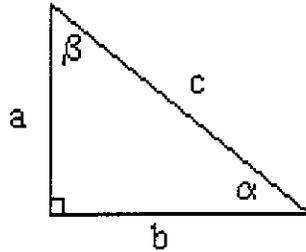
$$\angle ABC \text{ Y } \angle BCA =$$

AGUDOS. LADOS QUE

FORMAN  $\angle$  RECTO SE

LLAMAN CATETOS. EL

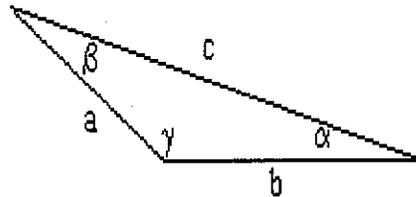
OTRO, HIPOTENUSA.



## OBTUSÁNGULO

$$\angle CAB = \text{OBTUSO. } \angle ABC$$

$$\text{Y } \angle BCA = \text{AGUDOS.}$$



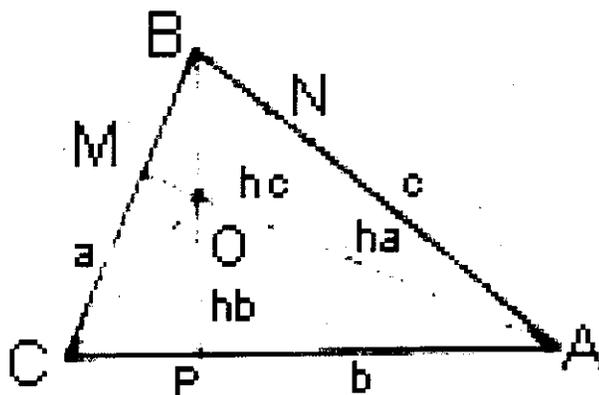
## ELEMENTOS SECUNDARIOS DE UN TRIÁNGULO

LAS LÍNEAS NOTABLES DEL TRIÁNGULO O SUS ELEMENTOS SECUNDARIOS SON:

1. **ALTURAS:** SON SEGMENTOS PERPENDICULARES (SEGMENTOS QUE FORMAN ÁNGULOS DE  $90^\circ$ ) A UN LADO O A SU PROLONGACIÓN

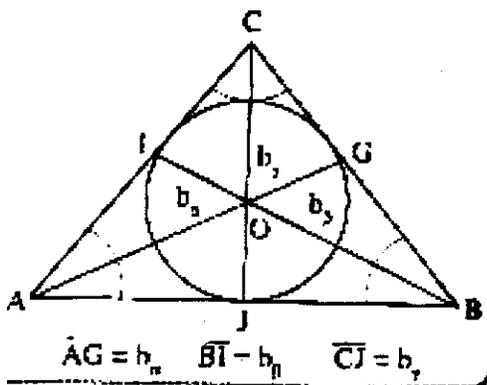
DESDE EL VÉRTICE OPUESTO. LA ALTURA SE DESIGNA CON LA LETRA H Y UN SUBÍNDICE QUE SEÑALA EL LADO DEL CUAL SE LEVANTA.

UN TRIÁNGULO TIENE TRES ALTURAS, UNA POR CADA LADO ( $H_A$ ,  $H_B$ ,  $H_C$ ). EL PUNTO O DONDE CONCURREN LAS TRES ALTURAS SE LLAMA ORTOCENTRO (O). EL LADO Y SU ALTURA FORMAN UN ÁNGULO DE  $90^\circ$ .

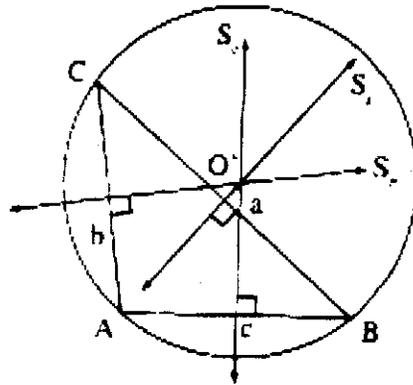


2. **BISECTRICES:** ES LA RECTA QUE DIMIDIA UN ÁNGULO; ES DECIR, ES LA RECTA QUE DIVIDE UN ÁNGULO EN SU MITAD. UN TRIÁNGULO TIENE 3 BISECTRICES, UNO POR CADA ÁNGULO Y SE DESIGNAN NORMALMENTE POR LA LETRA B Y UN SUBÍNDICE QUE SEÑALA EL RESPECTIVO ÁNGULO INTERIOR. EL PUNTO O DONDE CONCURREN LAS TRES BISECTRICES SE LLAMA INCENTRO. EL

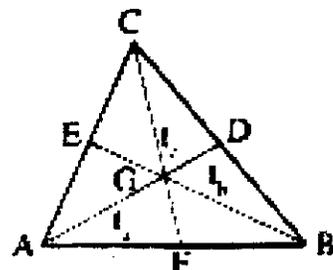
INCENTRO CORRESPONDE AL CENTRO DE UNA CIRCUNFERENCIA INSCRITA EN EL TRIÁNGULO.



3. **SIMETRALES O MEDIATRICES:** CORRESPONDEN A RECTAS PERPENDICULARES A CADA UNO DE LOS LADOS DEL TRIÁNGULO EN SU PUNTO MEDIO. LAS TRES SIMETRALES SE CORTAN EN UN PUNTO LLAMADO (O) CIRCUNCENTRO. LA CIRCUNFERENCIA PASA POR LOS TRES VÉRTICES. SIEMPRE DEBE TENERSE EN CUENTA QUE: SI EXISTE UNA SIMETRAL, EXISTE UN ÁNGULO RECTO Y UN PUNTO MEDIO. LA SIMETRAL NO SIEMPRE PASA POR EL VÉRTICE OPUESTO. EN TODO TRIÁNGULO SE PUEDE CIRCUNSCRIBIR UNA CIRCUNFERENCIA CUYO CENTRO ES EL CIRCUNCENTRO.



4. **TRANSVERSALES DE GRAVEDAD:** ES EL SEGMENTO TRAZADO DESDE UN VÉRTICE HASTA EL PUNTO MEDIO DEL LADO OPUESTO. TODO TRIÁNGULO TIENE TRES TRANSVERSALES DE GRAVEDAD, UNA POR CADA LADO Y SE DESIGNAN NORMALMENTE CON LA LETRA T Y UN SUBÍNDICE QUE SEÑALA EL LADO ( $T_A$ ,  $T_B$ ,  $T_C$ ). EL PUNTO DONDE SE INTERSECTAN LAS TRES SIMETRALES SE LLAMA BARICENTRO Y SE REPRESENTA CON LA LETRA G.



D, E, F puntos medios  
 $\overline{AD} = t$ ,  $\overline{BE} = t$ ,  $\overline{CF} = t$   
 G: centro de gravedad

5. **MEDIANAS:** SON LOS SEGMENTOS QUE UNEN DIRECTAMENTE LOS PUNTOS MEDIOS DE DOS LADOS DEL TRIÁNGULO, DE DOS EN DOS. LA MEDIANA SE DESIGNA CON LA LETRA M Y UN SUBÍNDICE QUE INDICA EL LADO SOBRE EL CUAL SE PROYECTA. LA MEDIANA TIENE UNA LONGITUD IGUAL A LA MITAD DEL LADO PARALELO.

$$FD = \frac{1}{2} AC; \quad DE = \frac{1}{2} AB; \quad EF = \frac{1}{2} CB$$

AL TRAZAR LAS TRES MEDIANAS DE UN TRIÁNGULO, ÉSTE QUEDA DIVIDIDO EN CUATRO TRIÁNGULOS CONGRUENTES.

#### BIBLIOGRAFIA

- HERRERA, ABELARDO. "GEOMETRIA Y TRIGONOMETRIA" ED. PUBLICACIONES CULTURAL. MEXICO 1991.
- [HTTP://WWW.SAPIENS.YA.COM/GEOLAY/PAGEHTM/TRIANGUL.HTM](http://www.sapiens.ya.com/geolay/pagehtm/triangul.htm)

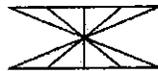
## TEMA 6

## LINEAS ENLAZADAS

### INTRODUCCIÓN

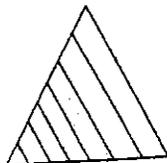
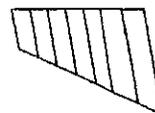
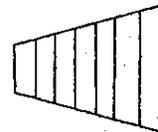
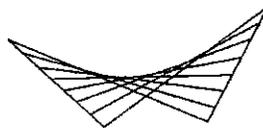
EN ESTE TEMA SE ESTUDIA LA RELACIÓN QUE TIENEN LAS RECTAS CON  
ELLAS MISMAS PARA FORMAR CON SU INTERSECCION NUEVAS FORMAS,  
EL MOTIVO DE ESTE ÚLTIMO PERO NO MENOS IMPORTANTE TEMA ES VER  
COMO LAS FORMAS SE COMPONEN BÁSICAMENTE DE LINEAS Y QUE HAY  
UN PATRÓN EN TODAS ELLAS PARA QUE DEN LA SENSACIÓN DE ARMONÍA  
EN CUÁNTO A LAS FORMAS Y AL ESPACIO UTILIZANDO ASÍ LAS "HERRA-  
MIENTAS DE CONSTRUCCIÓN" DE FORMAS VISTAS EN LOS ANTERIORES  
CAPÍTULAS DE ESTA COLECCIÓN DE TEMAS, ADEMAS DE DARNOS PAUTAS  
PARA SU CREACIÓN Y SU MANUFACTURA PARA HACER USO DE ESTE

### DESARROLLO Y ESPLICACIÓN:



Las líneas enlazadas pueden crearse 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 si en un nuevo punto, que esta a la mitad de camino entre ambas líneas rectas.

Si las líneas rectas no son paralelas, las líneas enlazadas pueden ser paralelas, o en graduación 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.



Si las dos líneas están unidas entre si 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

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.

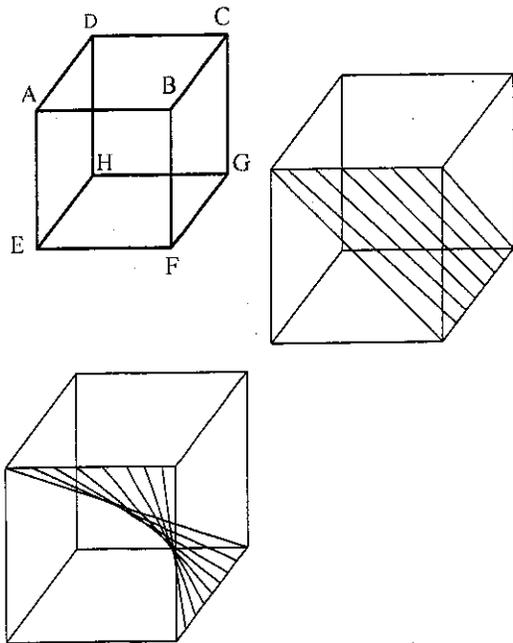


### Líneas enlazadas en el espacio

Para explorar las posibilidades del enlace en el espacio, podemos utilizar una estructura lineal, con forma de cubo, cuyos vértices serán A, B, C, D, E, F, G y H.

Todos los tipos de líneas enlazadas vistas anteriormente se pueden manejar dentro de esta figura sin embargo los efectos tridimensionales pueden obtenerse solamente si las varillas no son paralelas y están sobre planos diferentes. Por ejemplo las varillas AB y FG no son paralelas entre si y están en planos distintos, y si las conectamos, las líneas de enlace formaran una línea de enlace ligeramente curvada.

Si conectamos A con G y B con F, la superficie curvada formada por las líneas de enlace es aun mas prominente. Es no solo curvada si no que retorcida.



### MATERIALES

SE NOS DICE EN EL TEXTO DE WUCIUS WONG QUE DEBEMOS DE UTILIZAR MATERIALES RÍGIDOS Y RESISTENTES PARA QUE NUESTRA ESTRUCTURA QUEDE EN BUENA FORMA, TAMBIÉN QUE SI SE UTILIZAN MATERIALES BLANDOS COMO LOS HILOS, ESTOS DEBEN SER TENSADOS PARA OBTENER LA MISMA RESISTENCIA QUE CON LOS MATERIALES RÍGIDOS.

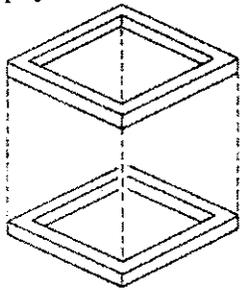
NOS MANEJA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTRUCTURA LINEAL CON FIGURAS PLANAS SIMPLES, QUE PODRÁN APORTAR, SEGÚN DICE EL AUTOR MAYOR RIGIDEZ DEPENDIENDO IGUAL DE LOS MATERIALES CON QUE SE REALICEN.

### CAPAS LINEALES

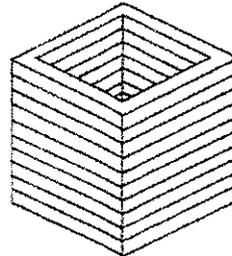
ESTAS PUEDEN SER FORMADAS AL RETIRAR EL SOPORTE DE UNA ESTRUCTURA LINEAL Y ENTONCES QUEDAN MARCOS SUPERIORES E INFERIORES QUE PUEDEN SER CONSIDERADOS COMO CAPAS QUE AL INCLUIR ENTRE ESTOS UNA SERIE DE CAPAS INTERMEDIAS, Y LA FIGURA FINAL SERÁ LA MISMA QUE CUANDO EL SOPORTE ESTABA PRESENTE.

Ejemplo de esto es un cubo:

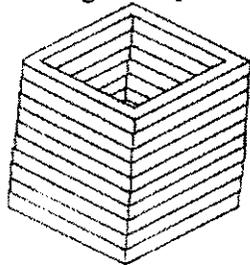
1.-Que al elegir quitarle las cuatro varillas de apoyo



2.-Pueden estas ser reemplazadas por capas de marcos cuadrados, de la misma figura y tamaño que los marcos superior e inferior.

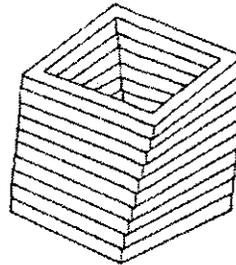


3.-Se puede desplazar las posiciones para conseguir un prisma inclinado.



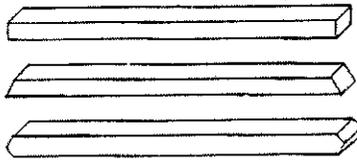
La figura resultante tiene planos laterales pero planos superior e inferior huecos

4.-También se puede rotar gradualmente cada capa.



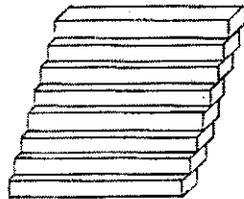
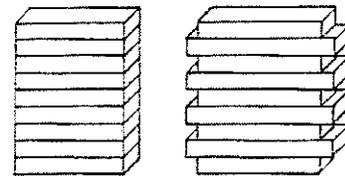
PODEMOS PARA DARLE CIERTO SENTIDO DE VARIACIÓN PODEMOS HACER MOVIMIENTOS CON LOS EJES Y LAS VARILLAS PARA ASÍ PODER VER QUE POSIBILIDADES HAY DE MOVER EL OBJETO, LAS VARILLAS PUEDEN SER CORTADAS CON DIFERENTES TIPOS DE MOVIMIENTO.

AL CONSTRUIR LAS CAPAS LAS VARILLAS PUEDEN O NO ESTAR EN DIFERENTE LONGITUD PARA DARÁ MAYORES EFECTOS EN LA FORMA.

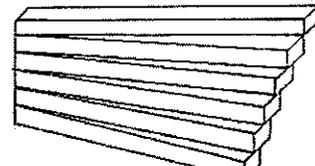
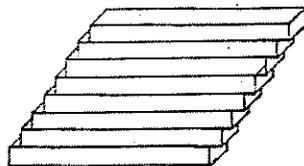


Los extremos de la varilla pueden ser recortados en la forma que se crea deseable

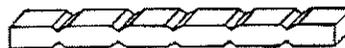
Las varillas pueden ser todas de una misma longitud o de longitudes variable



Se puede colocar una varilla encima de otra, aunque también se puede disponerlas en gradación de posición o de dirección.



El cuerpo de la varilla puede ser tratado de alguna manera especial.



## ESTRUCTURA LINEAL

### CONSTRUCCION CON PLANOS

PARA CONSTRUIR CUALQUIER FORMA GEOMÉTRICA SÓLIDA, QUE SE COMPONGA DE CARAS PLANAS Y DE FILOS RECTOS, PODEMOS CORTAR LAS FIGURAS DE LAS CARAS Y PEGARLAS ENTRE SI, CON UN REFUERZO INTERNO O SI EL .

### CONSTRUCCION CON LINEAS

EN TODA FORMA GEOMETRICA HAY SIEMPRE MÁS FILOS QUE CARAS. POR LO TANTO, LA CONSTRUCCIÓN CON LÍNEAS ES MÁS COMPLICADA QUE LA CONSTRUCCIÓN CON PLANOS.

## UNIONES

UNA FORMA MAS SIMPLE DE HACER UN MARCO CUADRADO CHATO ES UTILIZAR DOS VARILLAS MAS LARGAS Y DOS MAS CORTAS, CON EXTREMOS CUADRADOS. LOS EXTREMOS DE LAS PIEZAS MAS CORTAS SON PEGADOS A LAS CARAS LATERALES DE LAS MÁS LARGAS.

LA LONGITUD DE LAS PIEZAS MAS LARGAS ES IGUAL A LA MEDIDA EXTERNA DEL MARCO CUADRADO, MIENTRAS LA LONGITUD DE LAS MÁS CORTAS ES IGUAL A LA MEDIDA EXTERNA DEL MARCO CUADRADO, MIENTRAS LA LONGITUD DE LAS MAS CORTAS ES IGUAL A LA MEDIDA DEL MARCO INTERNO.

## COMPONENTES DE LA ESTRUCTURA LINEAL

CON UN MARCO CUADRADO POR ARRIBA Y POR DEBAJO, SOLO NECESITAMOS CUATRO VARILLAS DE MADERA PARA SOPORTE, CORTADAS A LA MEDIDA INTERNA DEL MARCO CUADRADO, Y PODREMOS ERIGIR EL CUBO.

## **REPETICION DEL MARCO LINEAL**

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 FILOS RECTOS, COLOCANDO UN MÓDULO SOBRE OTRO.

## **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 MODULOS PUEDEN SER DESPLAZADOS GRADUALMENTE EN POSICIÓN O EN DIRECCIÓN.

## **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 MAS INTERESANTE.

## INTERPENETRACIÓN

LA INTERPENETRACIÓN OCURRE CUANDO UNA PARTE DE LA ESTRUCTURA LINEAL SE SITÚA DENTRO DEL ESPACIO DEFINIDO POR OTRA ESTRUCTURA LINEAL.

UNA ESTRUCTURA LINEAL MAS PEQUEÑA PUEDE QUEDAR SUSPENDIDA DENTRO DE OTRA MAYOR, CON ELEMENTOS ADICIONALES PARA SOSTENERLA O COLGARLA.

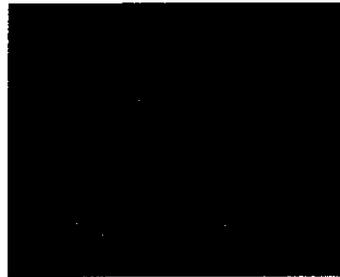
## LOS POLIEDROS PLATÓNICOS

### TEMA 8

LOS POLIEDROS REGULARES CONVEXOS SON SÓLIDOS QUE TIENEN CARAS REGULARES E IGUALES, CON TODOS LOS VÉRTICES DEL MISMO ORDEN, ES DECIR, EN TODOS LOS VÉRTICES CONCURRE EL MISMO NÚMERO DE CARAS CON LOS MISMOS ÁNGULOS.

#### CUBO

TIENE 6 CARAS CUADRADAS, 12 ARISTAS Y 8 VÉRTICES DE ORDEN 3. EL ÁNGULO DIEDRO ENTRE DOS CARAS ES  $90^\circ$ .



#### TETRAEDRO

TIENE 4 CARAS FORMADAS POR TRIÁNGULOS EQUILÁTEROS, 6 ARISTAS Y 4 VÉRTICES DE ORDEN 3. EL ÁNGULO DIEDRO ENTRE DOS CARAS ES  $70.53^\circ$ .



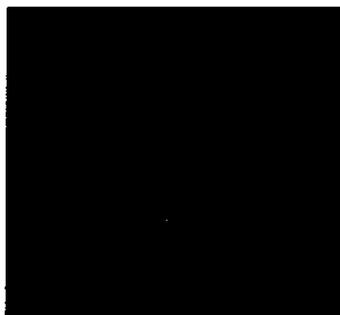
OCTAEDRO

TIENE 8 CARAS FORMADAS POR TRIÁNGULOS EQUILÁTEROS, 12  
ARISTAS Y 6 VÉRTICES DE ORDEN 4. EL ÁNGULO DIEDRO ENTRE DOS  
CARAS ES  $109.45^\circ$ .



## ICOSAEDRO

TIENE 20 CARAS FORMADAS POR TRIÁNGULOS EQUILÁTEROS, 30  
ARISTAS Y 12 VÉRTICES DE ORDEN 5. EL ÁNGULO DIEDRO ENTRE DOS  
CARAS ES  $138.2^\circ$ .



## DODECAEDRO

TIENE 12 CARAS FORMADAS POR PENTÁGONOS REGULARES, 30  
ARISTAS Y 20 VÉRTICES DE ORDEN 3. EL ÁNGULO DIEDRO ENTRE DOS  
CARAS ES  $116.57^\circ$ .



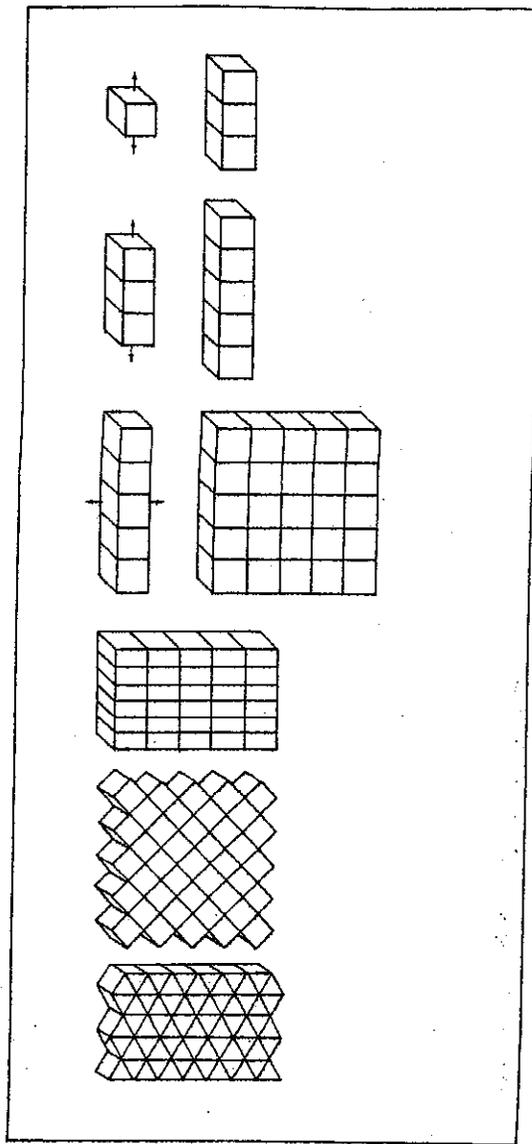
## TEMA 9

### ESTRUCTURAS DE PARED

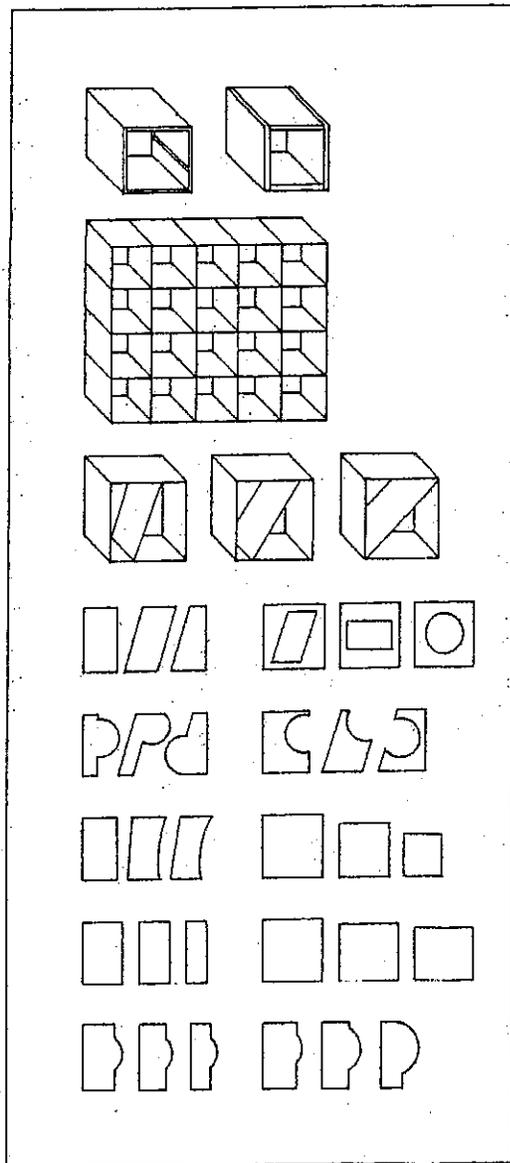
EMPEZAMOS POR UN CUBO PODEMOS COLOCAR OTROS CUBOS ENCIMA Y OTRO TERCERO ENCIMA O POR DEBAJO. AHORA TENEMOS UNA COLUMNA DE 304 CUBOS PUEDE SER AMPLIADA EN CUALQUIER DIRECCION A INCLUIR LOS CUBOS QUE SE DESEEN.

LA COLUMNA PUEDE SER REPETIDA, HACIA LA IZQUIERDA O DERECHA CUANDO SE LEVANTAN UNA CANTIDAD DE COLUMNAS, UNA JUNTO A LA OTRA, TENEMOS UNA PARED. LA ESTRUCTURA DE PARED ES BASICAMENTE BI-DIMENSIONAL. EL CUBO SE HA REPETIDO EN DOS DIRECCIONES VERTICAL Y HORIZONTAL.

CADA CUBO ES UNA CÉLULA ESPACIAL EN LA ESTRUCTURA DE PARED TODAS LAS ESTRUCTURAS BI-DIMENSIONALES FORMALES PUEDEN CONVERTIRSE EN ESTRUCTURAS DE PARED CON EL AGREGADO DE CIERTA PROFUNDIDAD.



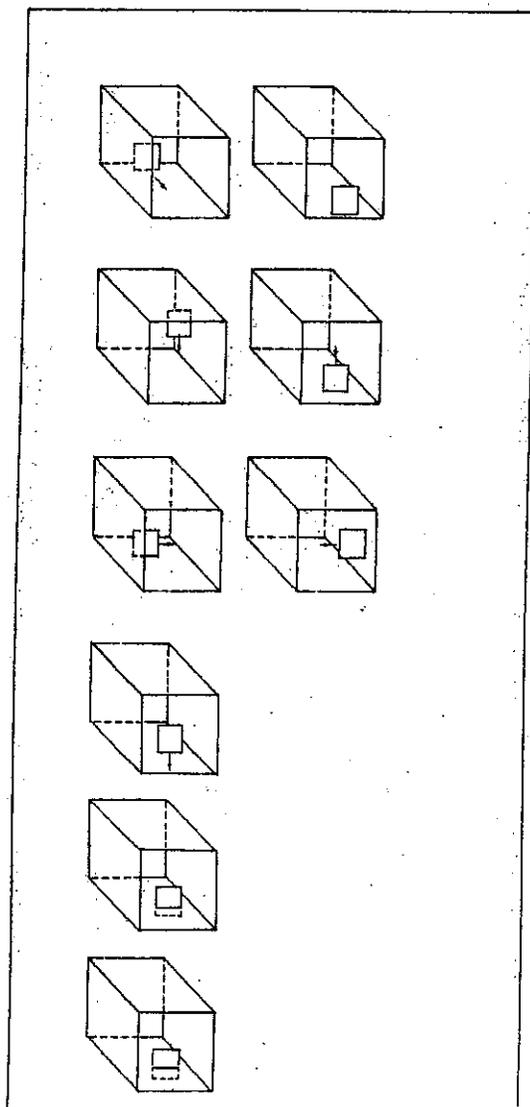
LOS PLANOS DELANTERO Y TRASERO, ÉSTA ES UNA MUESTRA MÁS SIMPLE DE CÉLULA ESPACIAL, PUEDE VARIAR EN SU POSICIÓN, GRADUACIÓN DE TAMAÑO, CAMBIANDO EL ANCHO, CAMBIANDO LA ALTURA. SI EL MÓDULO ES UNA COMBINACION DE 2 FIGURAS MENORES, EL TAMAÑO DE UNA PUEDE SER MANTENIDO CONSTANTE, MIENTRAS VARIA EL DE LA OTRA. TAMBIEN PUEDEN VARIAR AMBAS FIGURAS.



## VARIACIONES POSICIONALES DE LOS MÓDULOS

LAS VARIACIONES EN LA POSICION DE LOS MÓDULOS PUEDEN SER OBTENIDOS:

MOVIENDO LA FIGURA HACIA ARRIBA O HACIA ABAJO MOVIENDO LA FIGURA HACIA LA IZQUIERDA O DERECHA REDUCIENDO LA ALTURA O EL ANCHO DE LA FIGURA PARA SUGERIR LA SENSACIÓN DE QUE SE HUNDE EN ALGUNO DE LOS PLANOS ADYACENTES.



## **MÓDULOS CON PLANOS DISTORCIONADOS**

SI QUEREMOS MAS AFECTOS TRI-DIMENSIONALES LOS MÓDULOS PUEDEN APARTARSE DE LAS CARACTERÍSTICAS DE UN PLANO LISO. DOS O MÁS PLANOS LISOS PUEDEN UTILIZARSE PARA LA CONSTRUCCION DE UN MÓDULO, O UN SÓLO PLANO LISO PUEDE SER TRATADO DE LAS MANERAS SIGUIENTES PARA CONVERTIRSE EN UN MÓDULO.

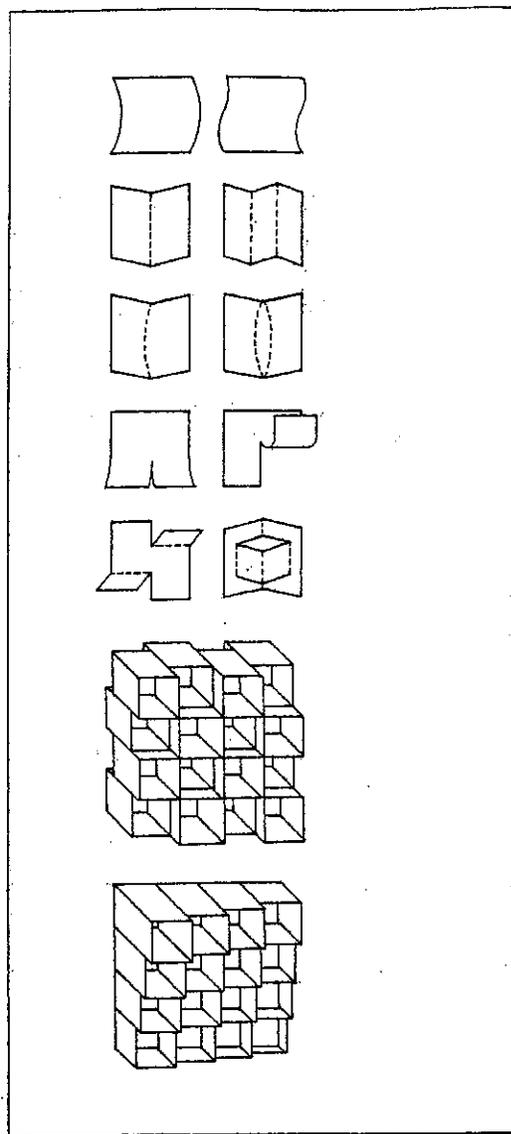
CURVANDOLO, DOBLANDOLO POR UNA O MAS LÍNEAS RECTAS, DOBLANDOLO POR UNA O MÁS LINEAS CURVAS, CORTANDOLO Y CURVANDOLO, CORTANDOLO Y DOBLANDOLO.

**ESTRUCTURAS DE PARED QUE NO PERMANECEN PLANOS**  
CUANDO UNA CÉLULA ESPACIAL ES COLOCADA SOBRE OTRA, LA

FRONTALIDAD PLANA DE LA ESTRUCTURA DE PARED PUEDE HACERSE LIGERAMENTE MAS TRI-DIMENSIONAL CON UNA VARIACIÓN DE POSICION.

OTRO EFECTO PUEDE HACERSE AL VARIAR LAS PROFUNDIDADES DE LAS CÉLULAS ESPACIALES.

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 MUY PROMINENTES. LAS CÉLULAS ESPACIALES.

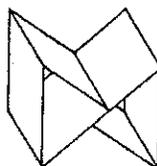
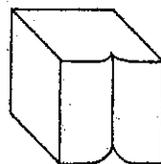
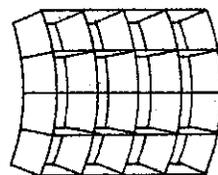
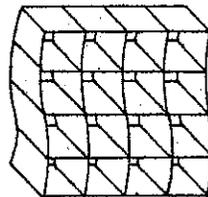
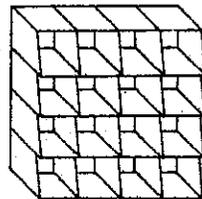


MODIFICACIONES DE LAS CÉLULAS ESPACIALES. PUEDEN RECORTARSE  
LOS PLANOS DE LAS CÉLULAS ESPACIALES, PARA QUE ALGUNOS DE LOS  
FILOS FRONTALES NO SEAN PERPENDICULARES A LOS PLANOS  
LATERALES DE LA BASE.

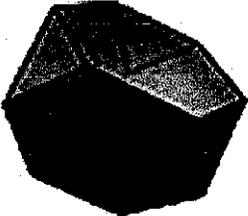
LOS FILOS RECTOS DE LAS CÉLULAS ESPACIALES PUEDEN SER CAMBIADOS POR FILOS CURVILNEOS.

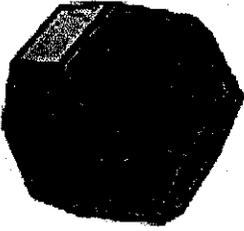
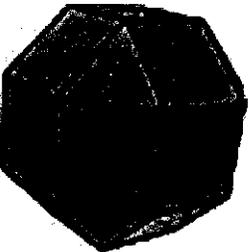
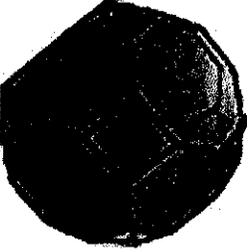
LOS PLANOS EXTERIORES DE LAS CÉLULAS ESPACIALES PUEDEN SER CONSTRUÍDOS PARA QUE NO ESTEN EN ÁNGULOS RECTOS ENTRE SI.

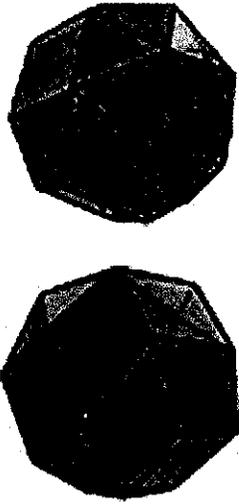
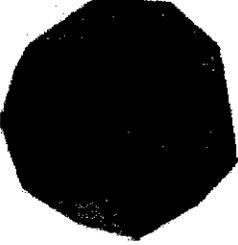
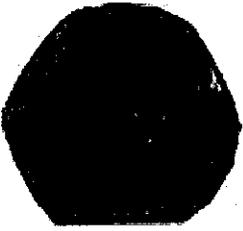
LAS CÉLULAS ESPACIALES PUEDEN CONVERTIRSE EN MÓDULOS, O PODEMOS TENER MÓDULOS QUE SIRVEN PARA ELEGIR UNA ESTRUCTURA DE PARED SIN EL USO DE CÉLULAS ESPACIALES.

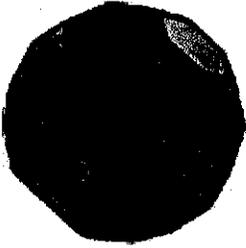
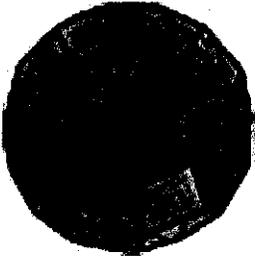


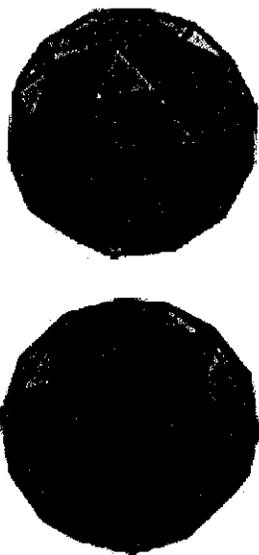
Sólidos arquimedianos

Nombre	Imagen	Caras		Aristas	Vértices	Grupo puntual
Tetraedro truncado		8	4 × hr 4 × te	18	12 × 3·6·6	T <sub>d</sub>
Cuboctaedro		14	6 × cu 8 × te	24	12 × 3·4·3·4	O <sub>h</sub>
Cubo truncado		14	6 × or 8 × te	36	24 × 3·8·8	O <sub>h</sub>

<p><b>Octaedro truncado</b></p>		<p>14</p>	<p>8 × hr 6 × cu</p>	<p>36</p>	<p>24 × 4-6-6</p>	<p><math>O_h</math></p>
<p><b>Rombicuboctaedro o rombicuboctaedro menor</b></p>		<p>26</p>	<p>18 × cu 8 × te</p>	<p>48</p>	<p>24 × 3-4-4-4</p>	<p><math>O_h</math></p>
<p><b>Cuboctaedro truncado o rombicuboctaedro mayor</b></p>		<p>26</p>	<p>6 × or 8 × hr 12 × cu</p>	<p>72</p>	<p>48 × 4-6-8</p>	<p><math>O_h</math></p>

<p><b>Cubo romo o cuboctaedro romo (2 formas isomórficas)</b></p>		<p>38</p>	<p>6 × cu 32 × te</p>	<p>60</p>	<p>24 × 3-3-3-3-4</p>	<p><math>O</math></p>
<p><b>Icosidodecaedro</b></p>		<p>32</p>	<p>12 × pr 20 × te</p>	<p>60</p>	<p>30 × 3-5-3-5</p>	<p><math>I_h</math></p>
<p><b>Dodecaedro truncado</b></p>		<p>32</p>	<p>12 × dr 20 × te</p>	<p>90</p>	<p>60 × 3-10-10</p>	<p><math>I_h</math></p>

Icosaedro truncado		32	20 × hr 12 × pr	90	60 × 5·6·6	I <sub>h</sub>
Rombicosidodecaedro o rombicosidodecaedro menor		62	12 × pr 30 × cu 20 × te	120	60 × 3·4·5·4	I <sub>h</sub>
Icosidodecaedro truncado o rombicosidodecaedro mayor		62	12 × dr 20 × hr 30 × cu	180	120 × 4·6·10	I <sub>h</sub>

<p>Dodecaedro romo o icosidodecaedro romo (2 formas isomórficas)</p>		<p>92</p>	<p>12 x pr 80 x te</p>	<p>150</p>	<p>60 x 3·3·3·3·5</p>	<p>I</p>
<p><i>dr = decágonos regulares; or = octógonos regulares; hr = hexágonos regulares pr = pentágonos regulares; cu = cuadrados; te = triángulos equiláteros</i></p>						

Los sólidos arquimedianos o sólidos de Arquímedes son un grupo de poliedros convexos cuyas caras son polígonos regulares de dos o más tipos. Todos los sólidos de Arquímedes son de vértices uniformes. La mayoría de ellos se obtienen truncando los sólidos platónicos. Arquímedes describió ampliamente estos cuerpos en trabajos que fueron desapareciendo, fue recién en el Renacimiento cuando artistas y matemáticos los redescubrieron.

Siete sólidos arquimedianos se pueden obtener truncando sólidos platónicos: el tetraedro truncado, el cuboctaedro, el cubo truncado, el octaedro truncado, el icosidodecaedro, el dodecaedro truncado y el icosaedro truncado.

Los dos rombicuboctaedros se pueden obtener a partir del cuboctaedro mediante sucesivas operaciones de truncamiento y desplazamiento radial de las caras.

De forma similar, los dos rombicododecaedros se pueden obtener a partir del icododecaedro mediante sucesivas operaciones de truncamiento y desplazamiento radial de las caras.

Las dos formas isomórficas del cuboctaedro como se pueden obtener a partir del rombicuboctaedro menor mediante una transformación más compleja que incluye una rotación coordinada de los cuadrados paralelos a los originales del cubo, de los triángulos que los conectan por sus vértices y, simultáneamente, la conversión de cada uno de los cuadrados que los conectan por las aristas en dos triángulos equiláteros. El sentido de la rotación de los cuadrados determina la isomorfismo del sólido resultante.

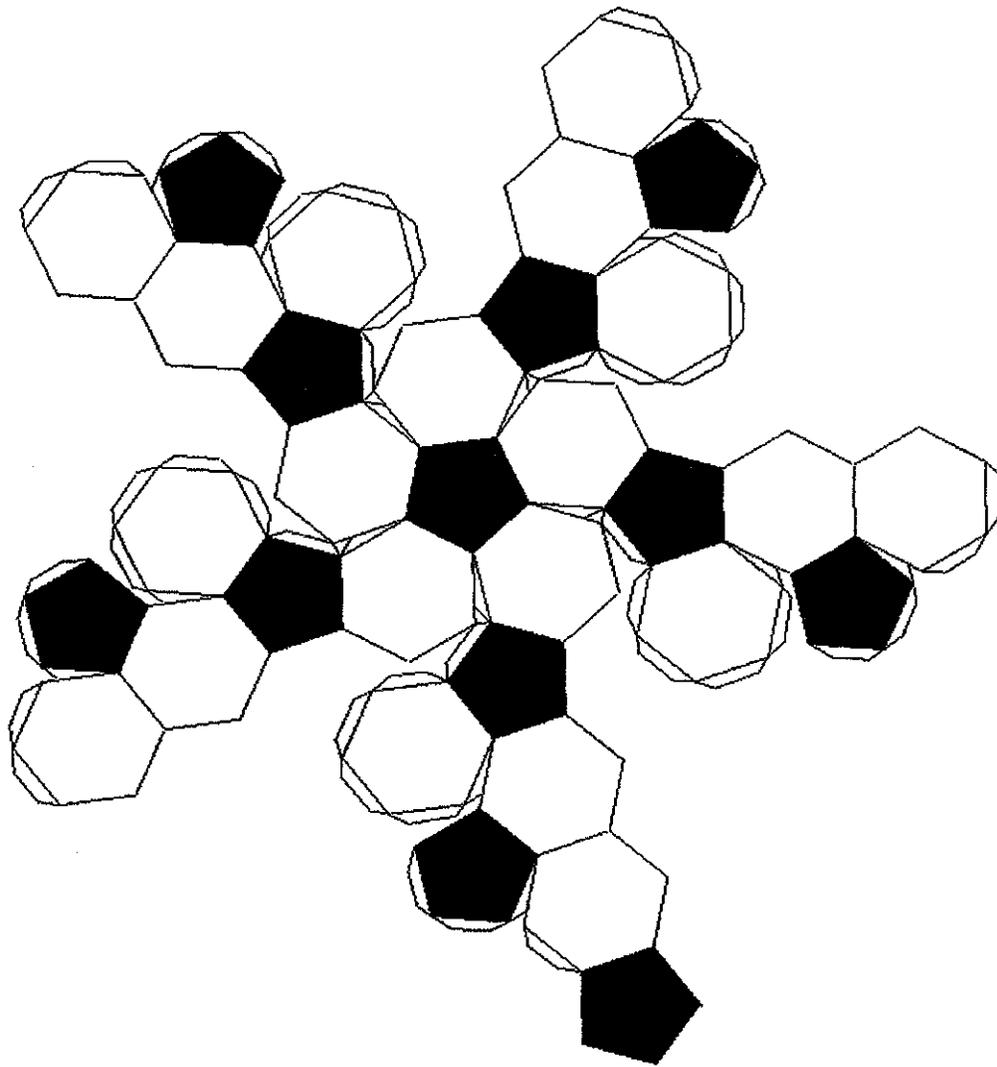
De forma similar, las dos formas isomórficas del icododecaedro como se pueden obtener a partir del rombicododecaedro menor mediante una rotación coordinada de los pentágonos paralelos a los originales del dodecaedro, de los triángulos que los conectan por sus vértices y, simultáneamente, la conversión de cada uno de los cuadrados que los conectan por las aristas en dos triángulos equiláteros. El sentido de la rotación de los pentágonos determina la isomorfismo del sólido resultante.

El cuboctaedro es el caso límite coincidente del truncamiento del cubo y del octaedro. De forma similar, el icododecaedro es el caso límite coincidente del truncamiento del dodecaedro y del icosaedro. Ambos son los únicos sólidos arquimedianos cuyas aristas son uniformes, por lo que se consideran sólidos semirregulares.

Dado que en los vértices de los sólidos arquimedianos se encuentran varios tipos de polígonos se ha buscado una manera de nombrar la forma de los vértices; se dice por ejemplo que un vértice tiene configuración (5,5,3) cuando en el vértice se encuentran dos pentágonos y un triángulo, como en el icododecaedro. Este sistema se aplica también para las demás familias de poliedros.

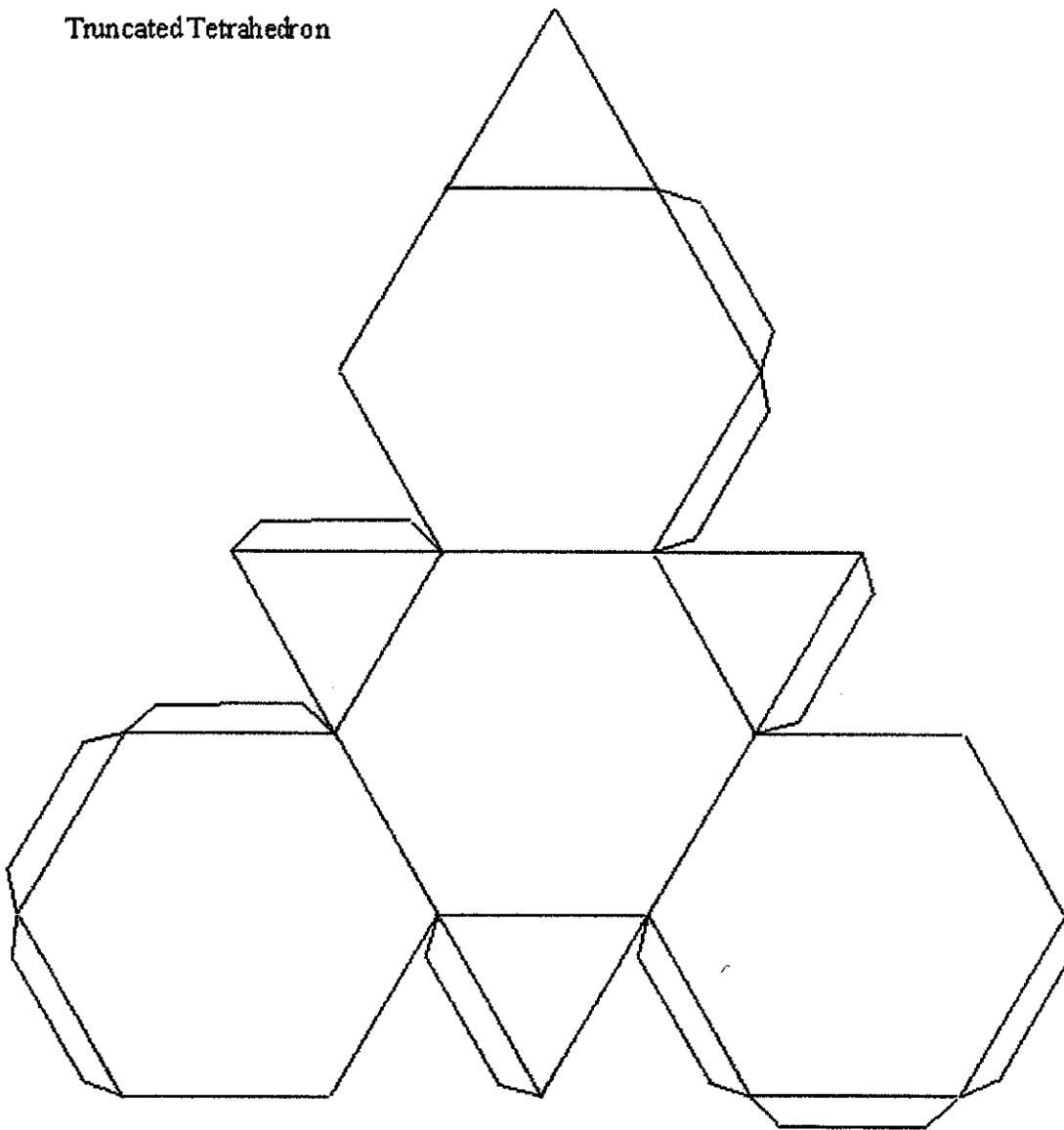
A continuación, unas plantillas:

# Icosaedro truncado

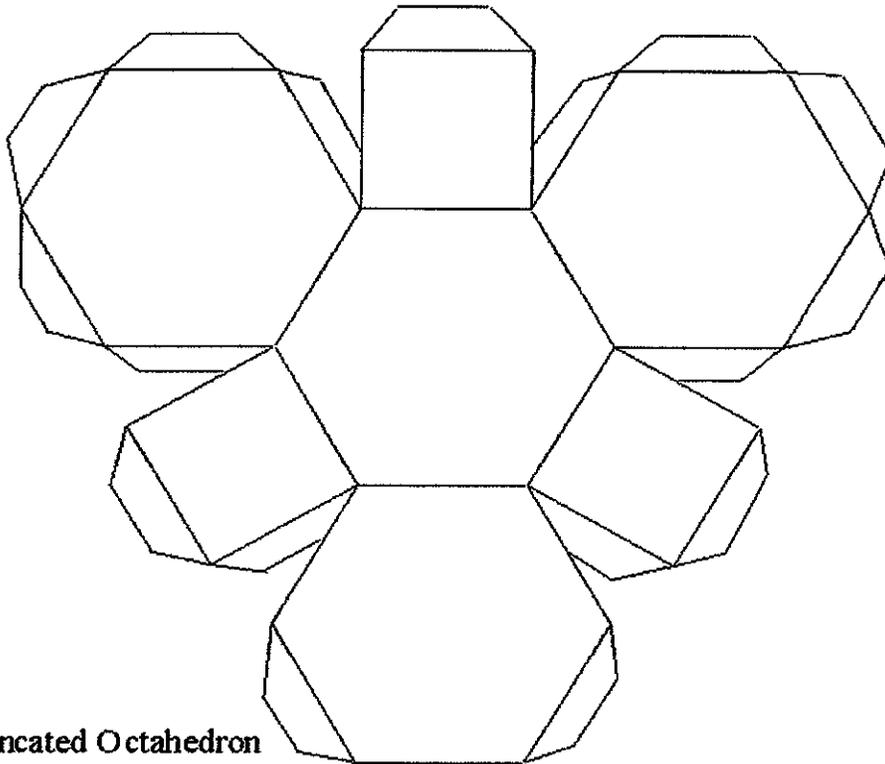


# Tetraedro truncado

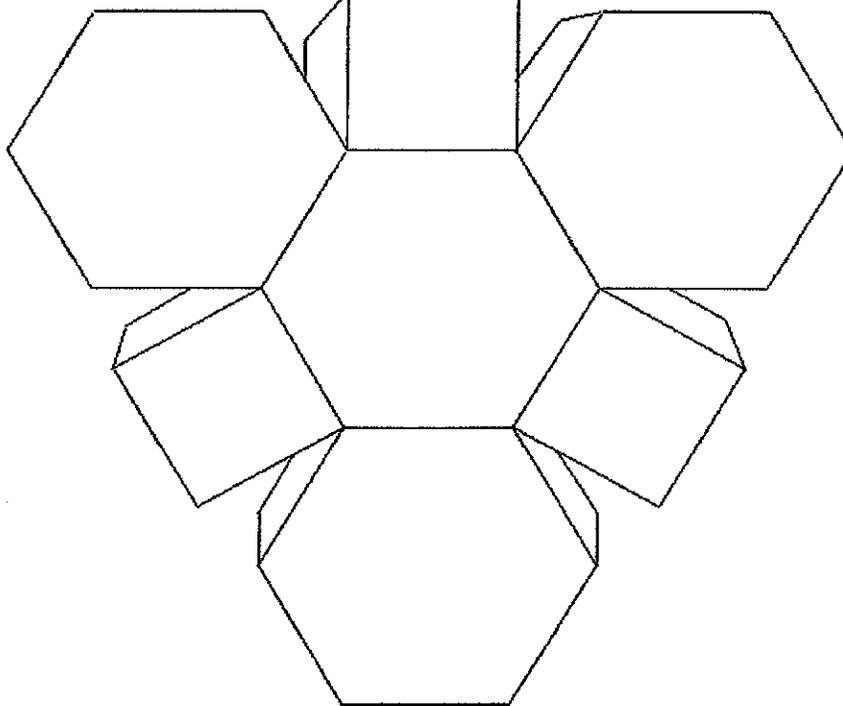
Truncated Tetrahedron



# Octaedro truncado

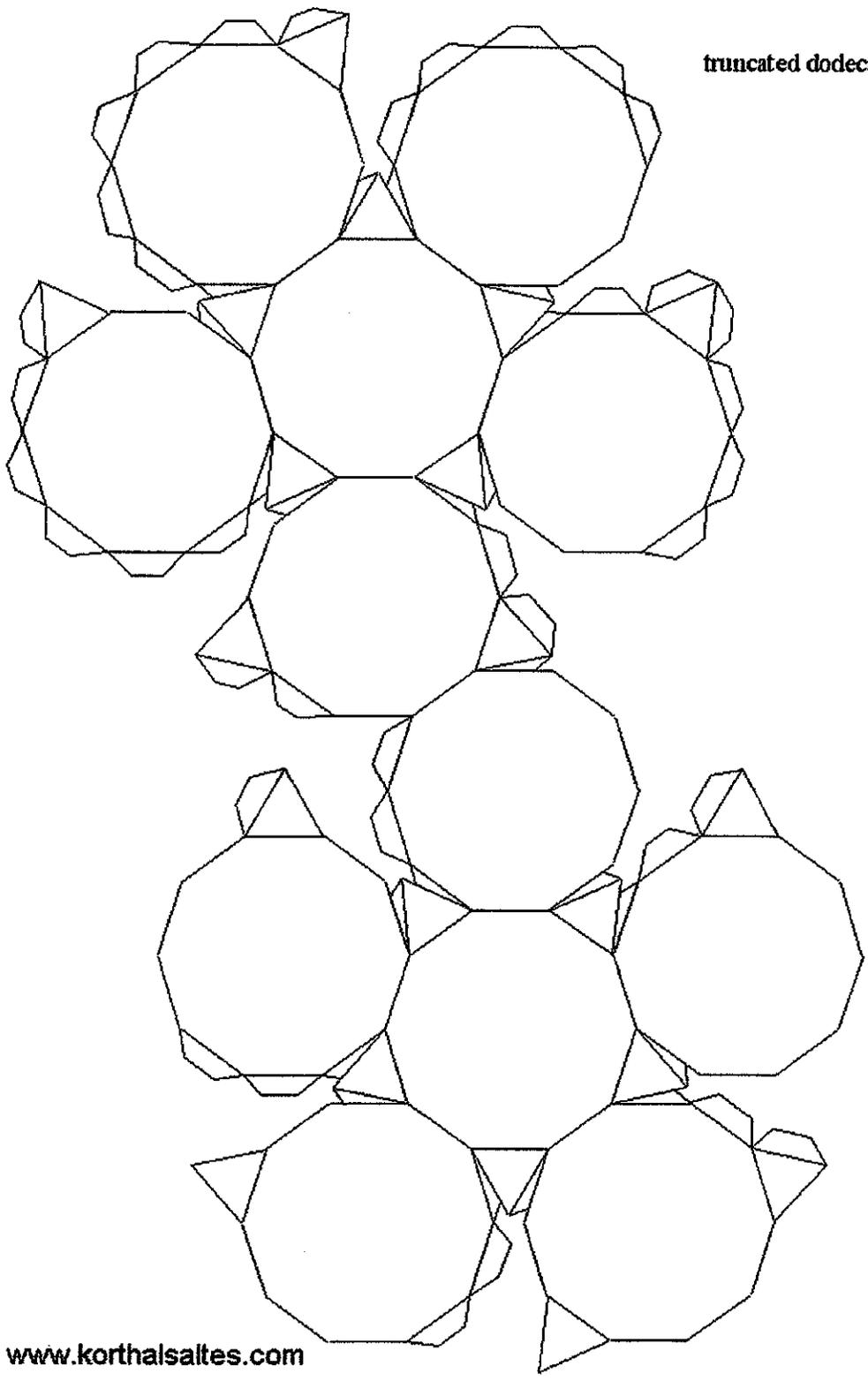


**Truncated Octahedron**

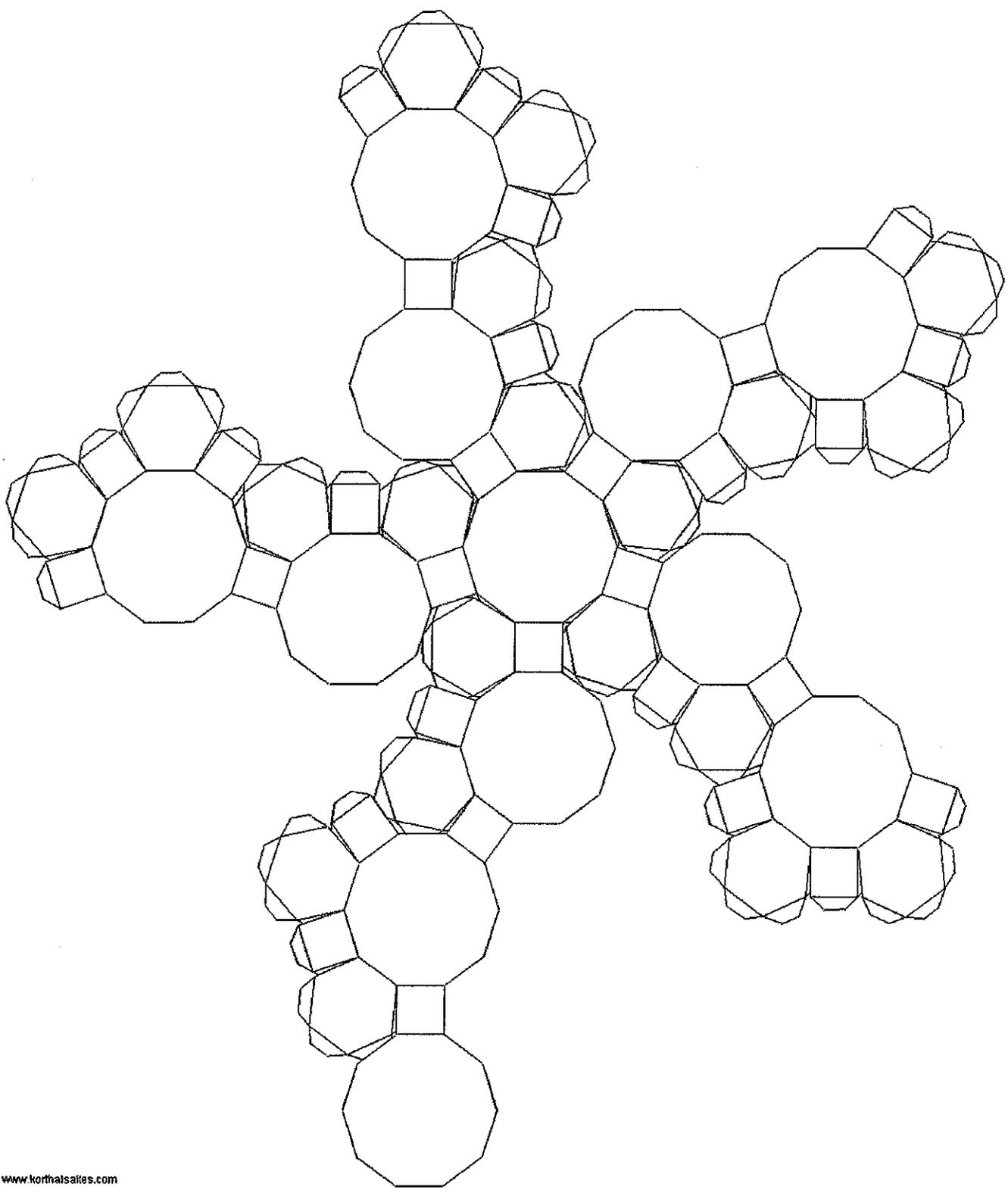


# Dodecaedro truncado

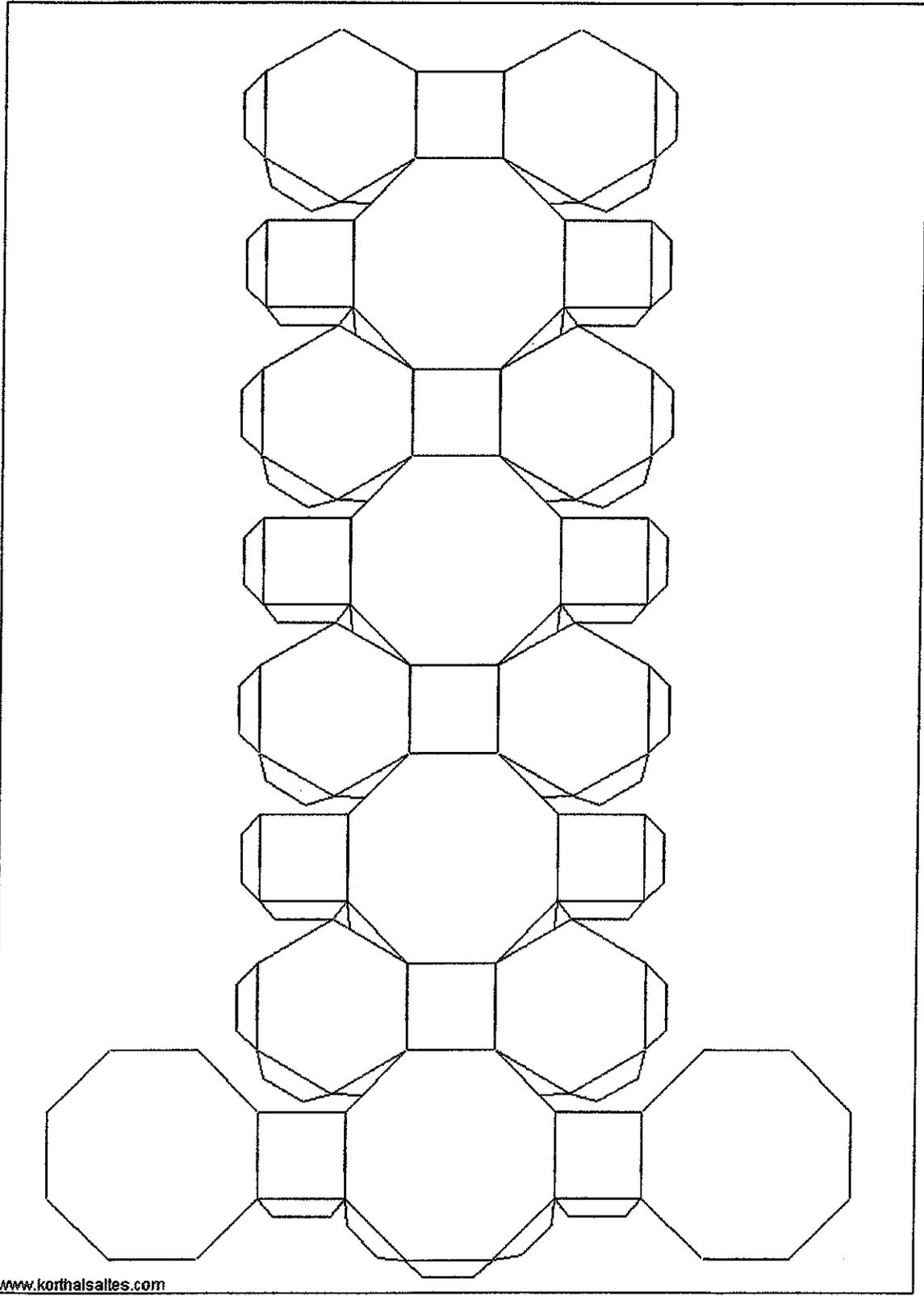
truncated dodecahedron



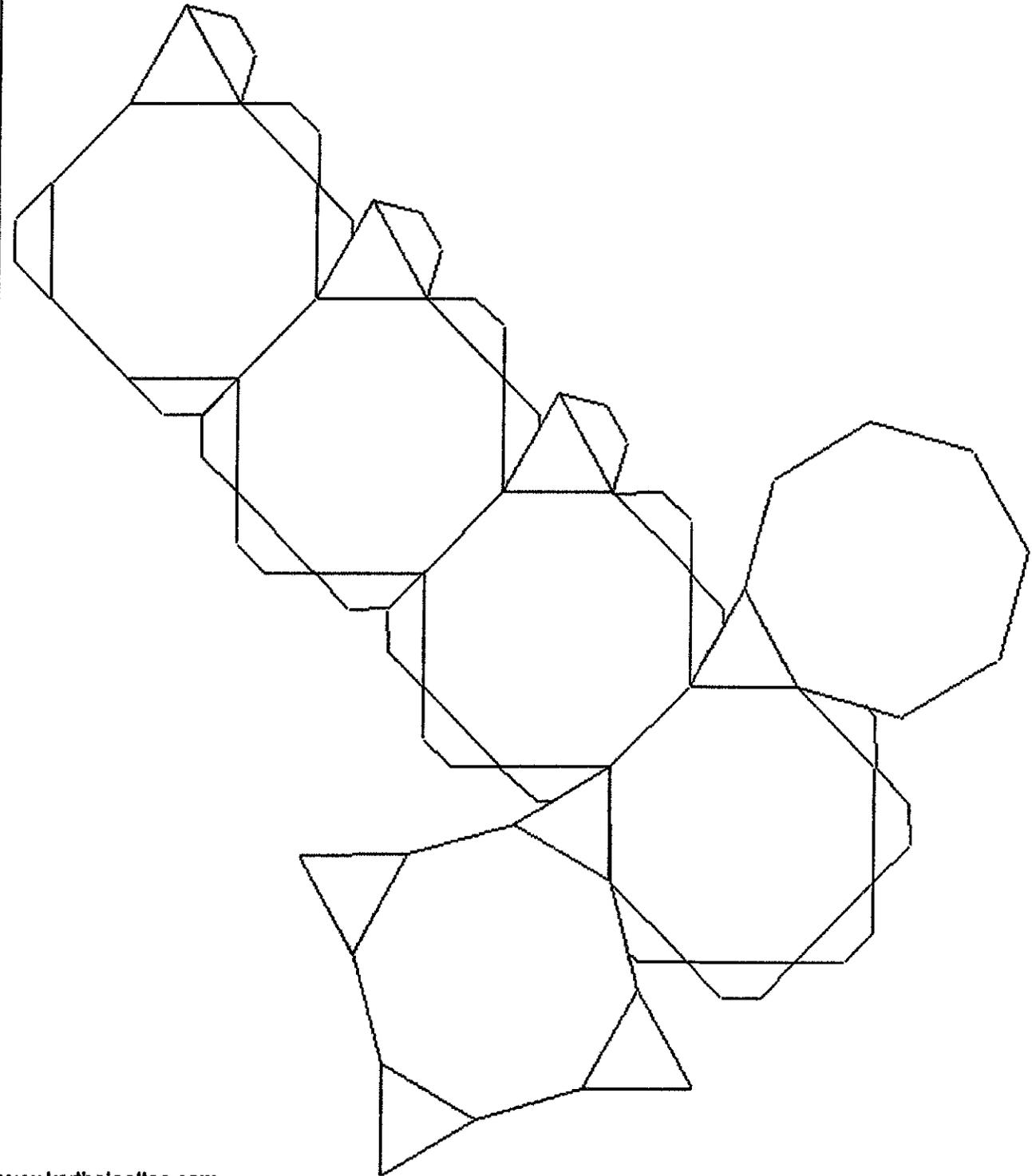
# Icosidodecaedro truncado



# Cuboctaedro truncado

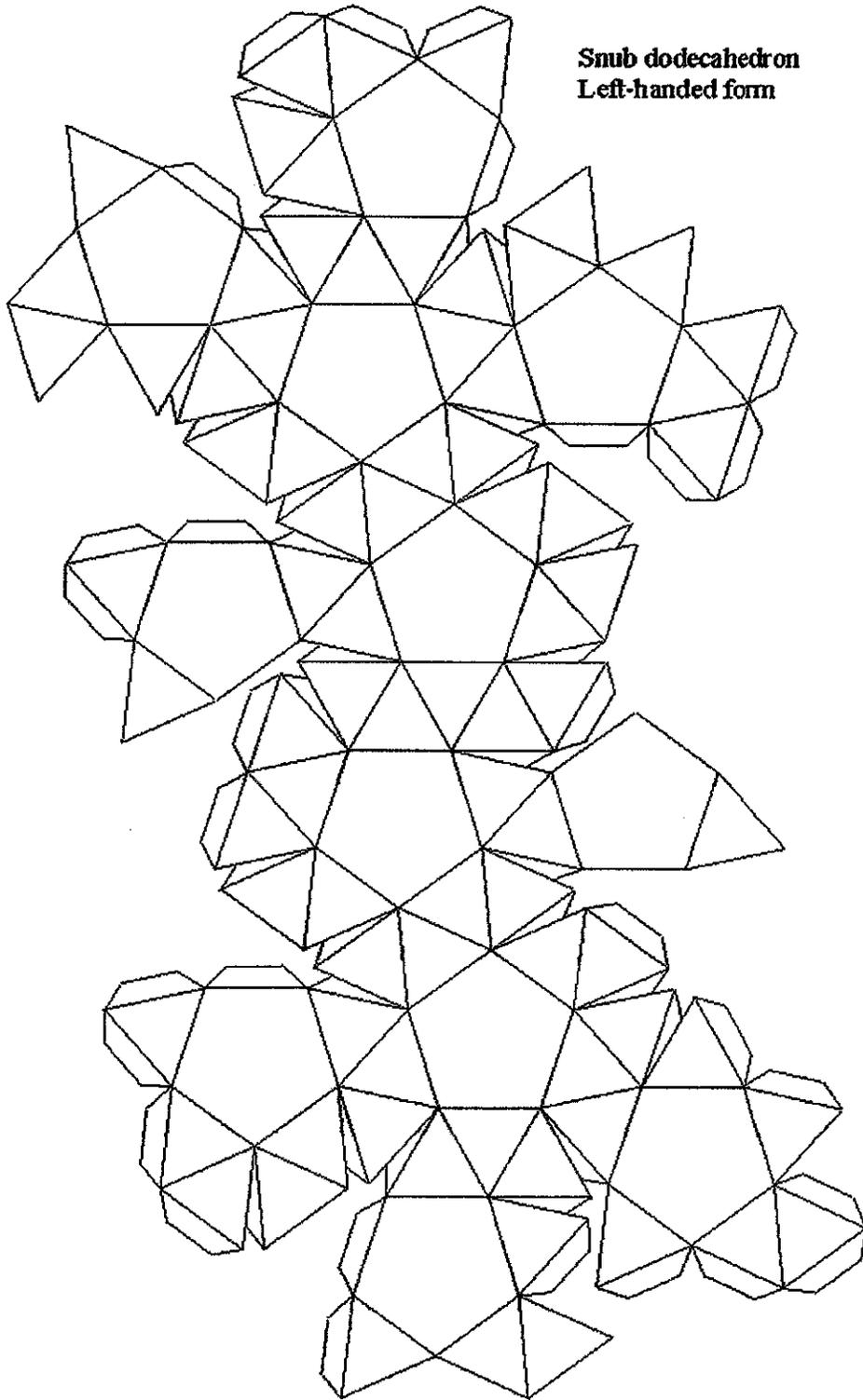


# Cubo truncado



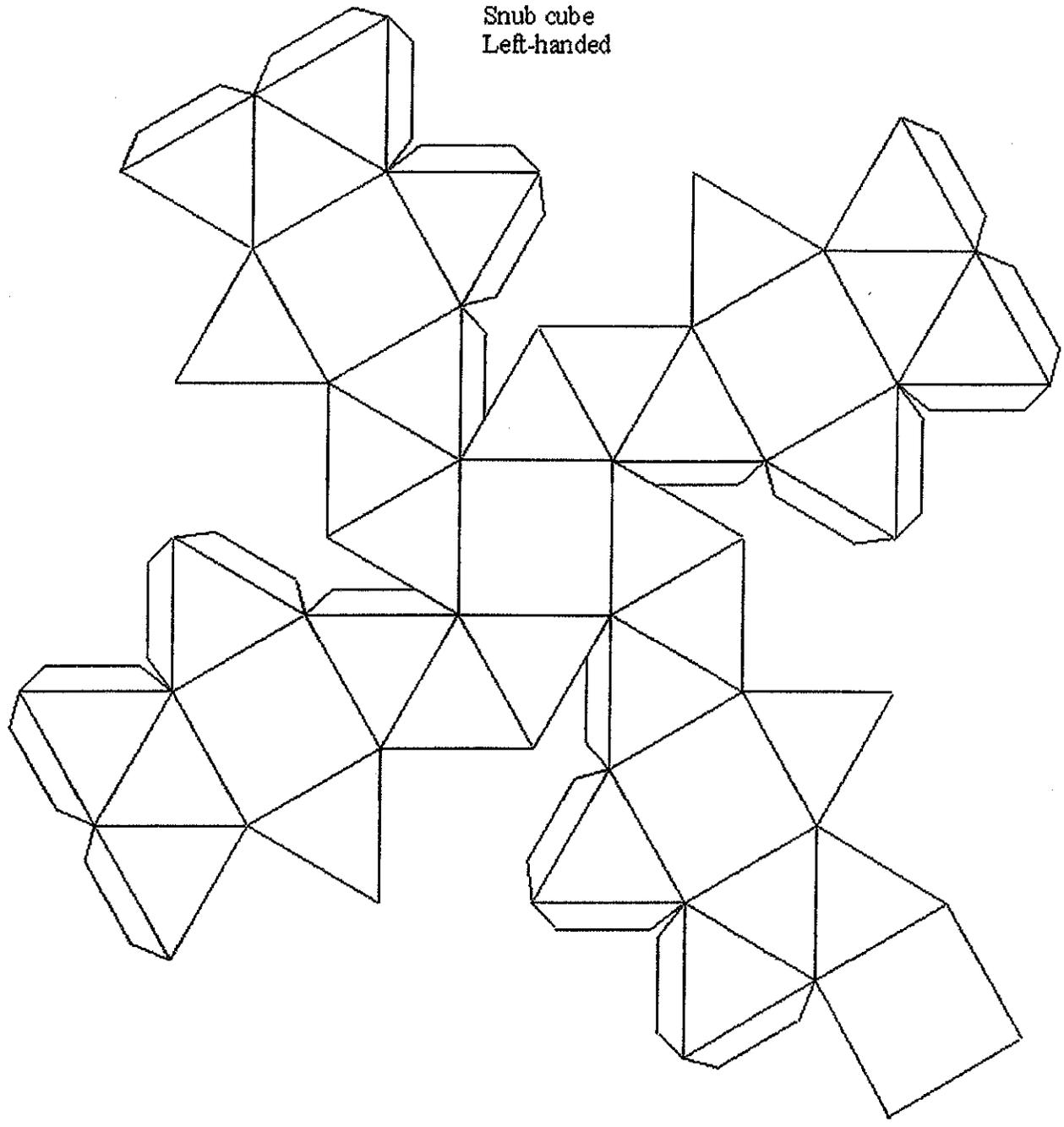
# Dodecaedro romo

**Snub dodecahedron**  
**Left-handed form**

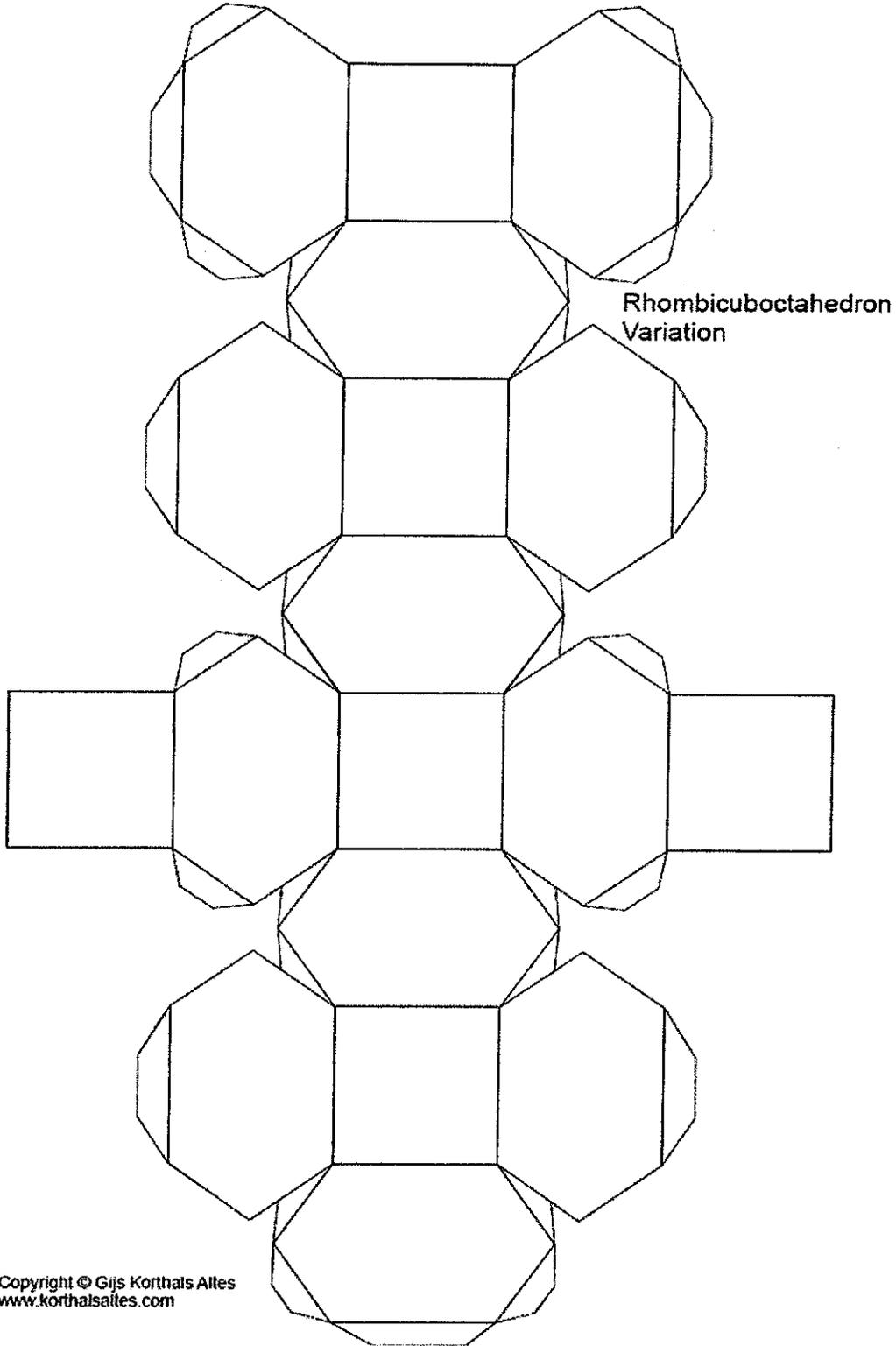


# Cubo romo

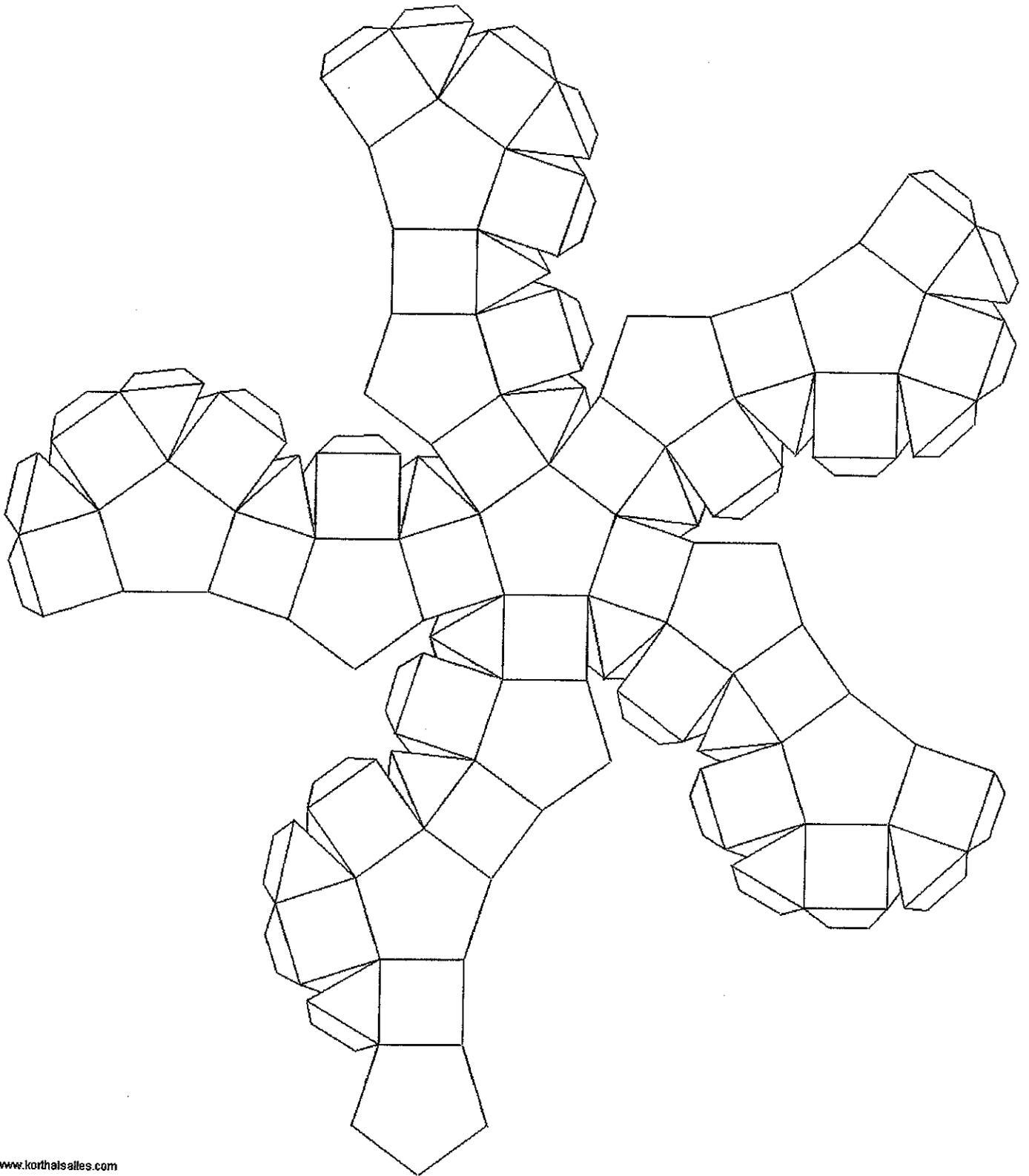
Snub cube  
Left-handed



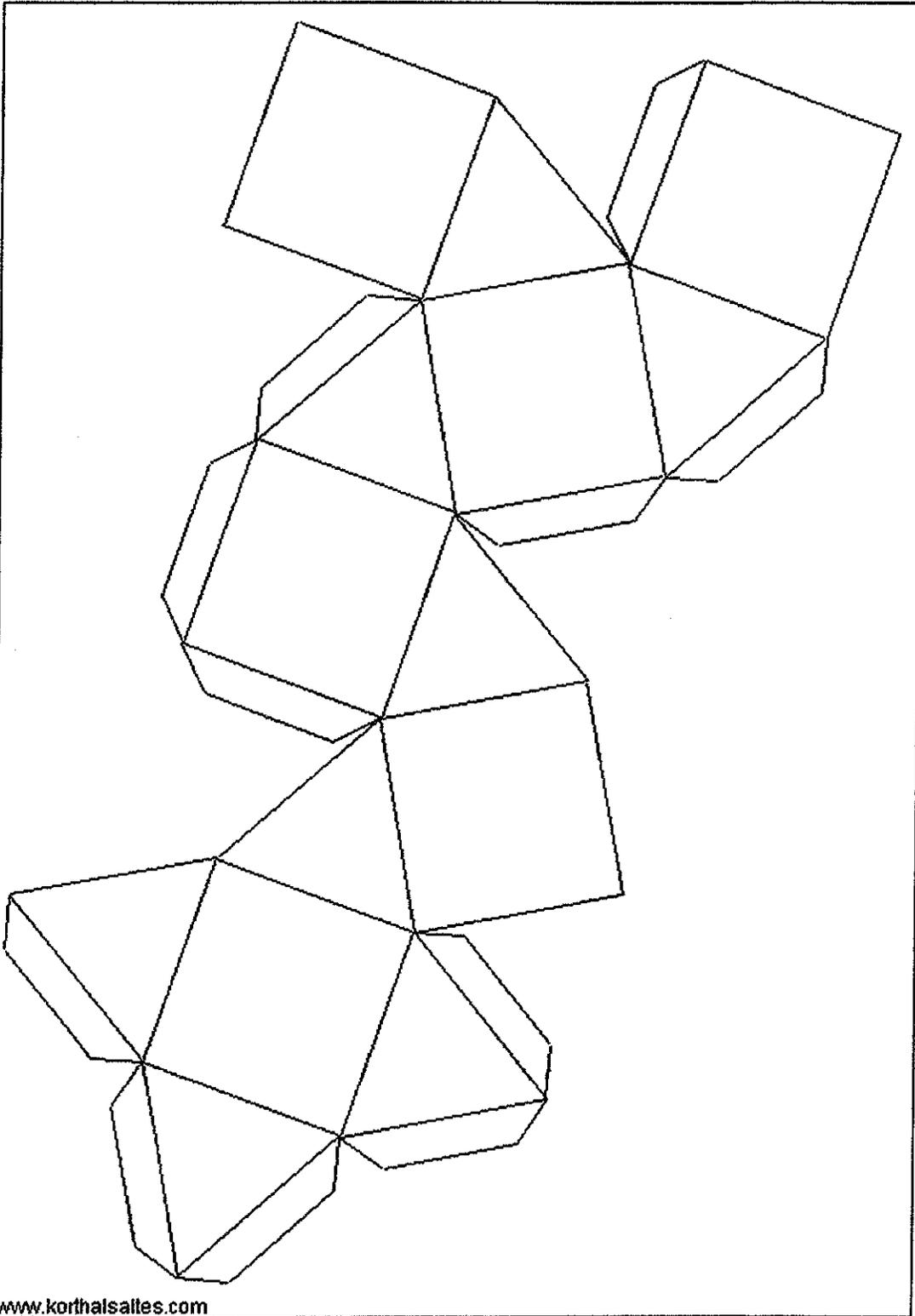
# Rombicuboctaedro



# Rombicosidodecaedro

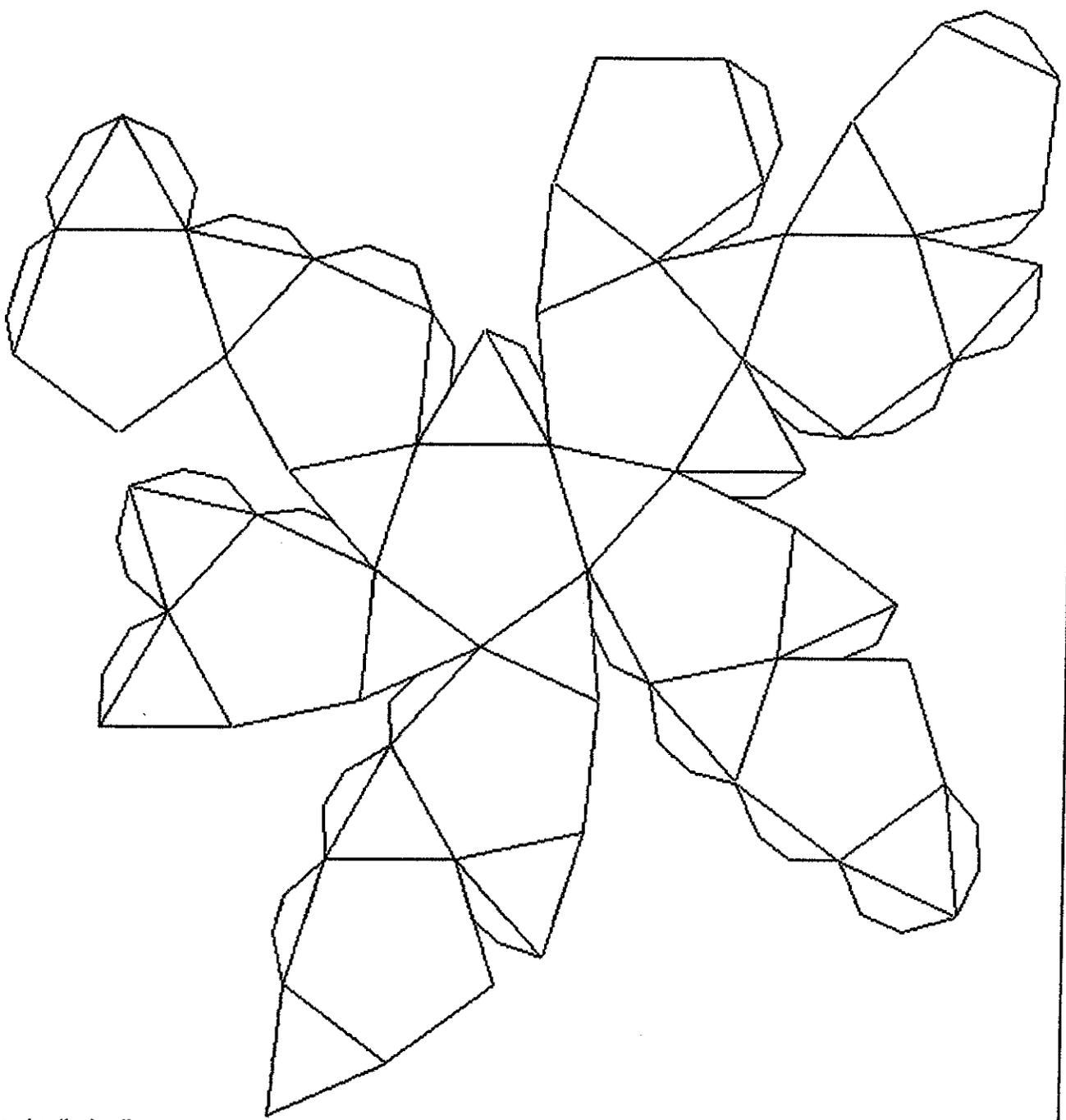


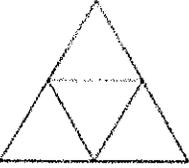
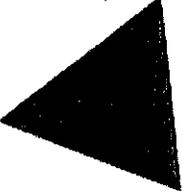
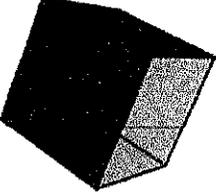
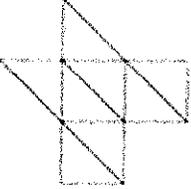
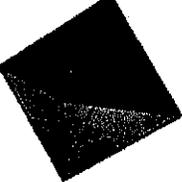
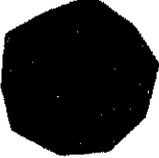
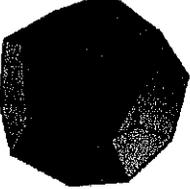
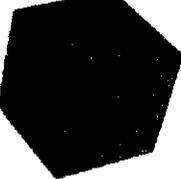
# Cuboctaedro



# Icosidodecaedro

ikosidodekaeder



DESARROLLO	ANIMACIÓN	SÓLIDOS PLATÓNICOS	TETRAEDRO	HEXAEDRO, CUBO	OCTAEDRO	DODECAEDRO	ICOSAEDRO
							
							
							
							
							

NÚMERO DE CARAS	4	6	8	12	20
POLÍGONOS QUE FORMAN LAS CARAS	Triángulos Equiláteros	Cuadrados	Triángulos Equiláteros	Pentágonos Regulares	Triángulos Equiláteros
NÚMERO DE ARISTAS	6	12	12	30	30
NÚMERO DE VÉRTICES	4	8	6	20	12
CARAS CONCURRENTES EN CADA VÉRTICE	3	3	4	3	5
VÉRTICES CONTENIDOS EN CADA CARA	3	4	3	5	3
GRUPO DE SIMETRÍA	Tetraédrico ( $T_d$ )	Hexaédrico ( $H_h$ )	Octaédrico ( $O_h$ )	Icosaédrico ( $I_h$ )	Icosaédrico ( $I_h$ )
POLIEDRO DUAL	Tetraedro (autoconjugado)	Octaedro	Hexaedro, Cubo	Icosaedro	Dodecaedro
SÍMBOLO DE SCHLÄFLI	{3,3}	{4,3}	{3,4}	{5,3}	{3,5}
SÍMBOLO DE WYTHOFF	3   2 3	3   2 4	4   2 3	3   2 5	5   2 3
ÁNGULO DIEDRO	$70.53^\circ = \arccos(1/3)$	$90^\circ$	$109.47^\circ = \arccos(-1/3)$	$116.56^\circ$	$138.189685^\circ$

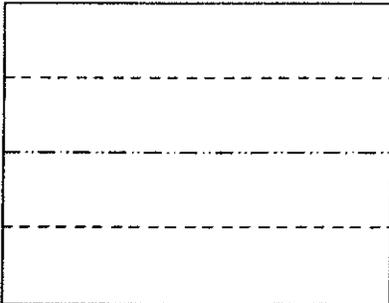
Los sólidos platónicos o regulares son poliedros convexos tal que todas sus caras son polígonos regulares iguales entre sí, y en que todos los ángulos sólidos son iguales. Reciben este nombre en honor al filósofo griego Platón (ca. 427 a. C./428 a. C.-347 a. C.), a quien se atribuye haberlos estudiado en primera instancia. También se conocen como cuerpos platónicos, cuerpos cósmicos, sólidos pitagóricos, sólidos perfectos, poliedros de Platón o, sobre la base de propiedades geométricas, poliedros regulares convexos.

Los sólidos platónicos son el tetraedro, el cubo (o hexaedro regular), el octaedro, el dodecaedro y el icosaedro (o bipirámide pentagonal giroelongada si se incluyera en la nomenclatura de sólidos de Johnson). Esta lista es exhaustiva, ya que es imposible construir otro sólido diferente de los cinco anteriores que cumpla todas las propiedades exigidas, es decir, convexidad y regularidad.

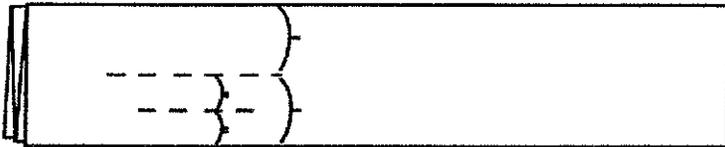
## Pliegue de mapa de Miura

Este doblado fue inventado por el astrofísico japonés Koryo Miura como un método para desplegar grandes formaciones de paneles solares de satélites espaciales. También es utilizado para doblar y desdoblarse mapas con facilidad.

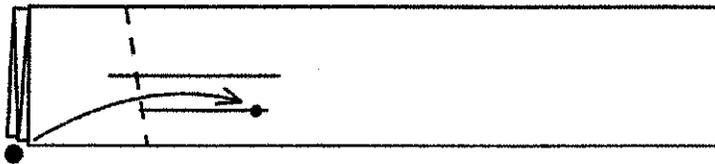
(1) Tome un rectángulo de papel y doble en 1 / 4ths longitudinalmente a manera de montaña-valle-montaña.



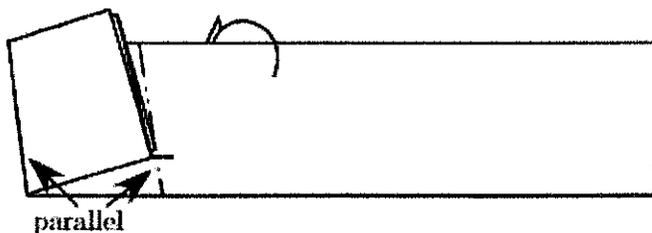
(2) Hacer marcas de relieve de 1/2 y 1/4 en este lado (una capa solamente), como se muestra.



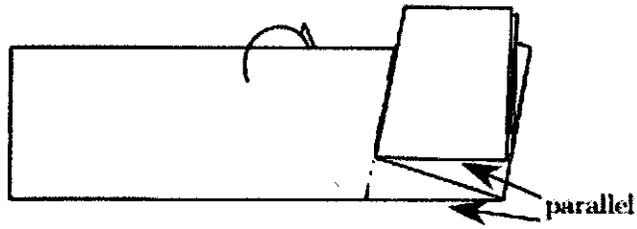
(3) Doblando todas las capas, lleve la esquina inferior izquierda a la línea 1/4, como en la imagen.



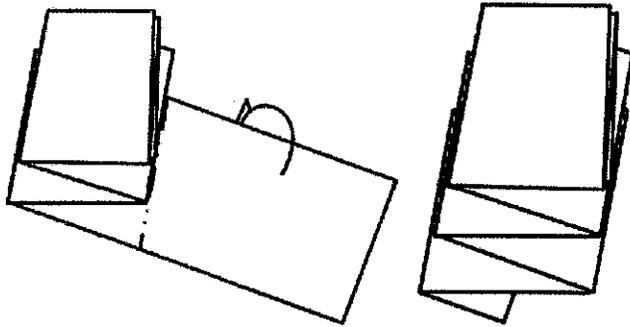
(4) Doble el resto de la tira hacia atrás, haciendo que el pliegue sea paralelo al pliegue anterior.



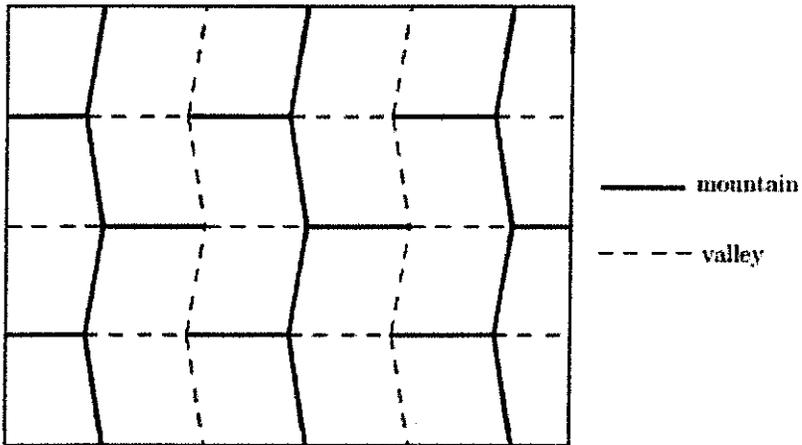
(5) Repita, pero esta vez use el pliegue del paso (3) como guía.



(6) Repita este proceso hasta que la tira se haya agotado. Entonces despliegue todo.



(7) Ahora re-colapsar el modelo, pero cambie algunas de las montañas y valles. Observe cómo los pliegues en zigzag se alternan de montañas a valles. Utilícelas como una guía mientras la colapsa...



# Origami

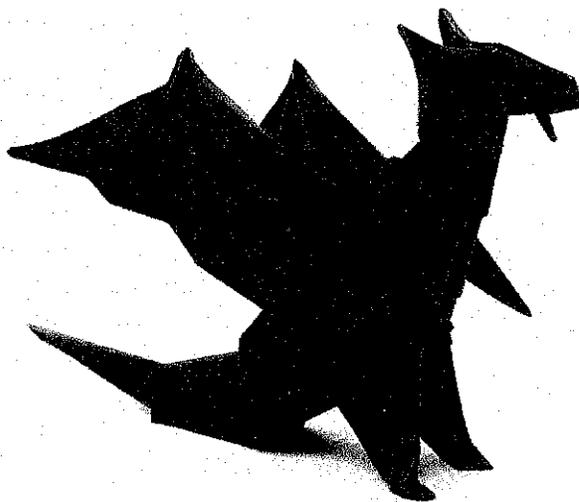
"Origami", es el arte japonés del plegado de papel, viene de las palabras japonesas "ori" que significa plegado, y "gami" que significa papel. En español también se conoce como 'papiroflexia'.

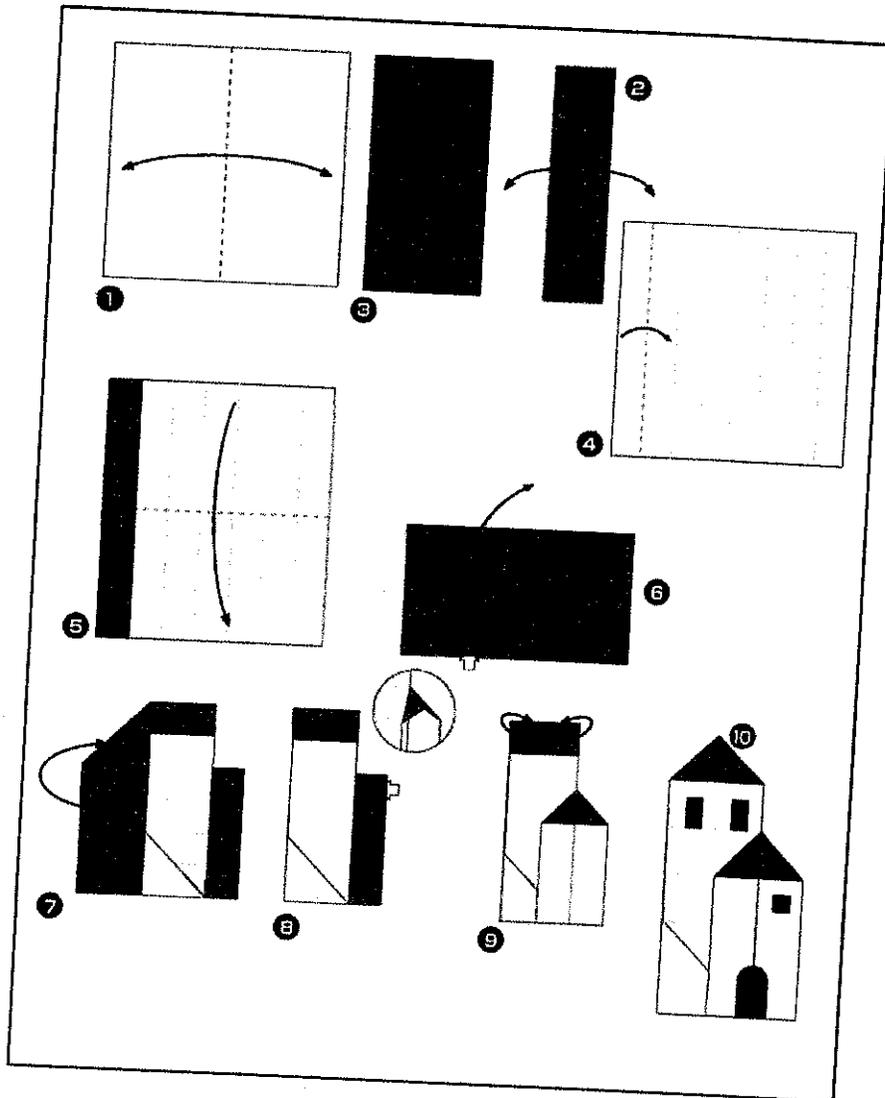
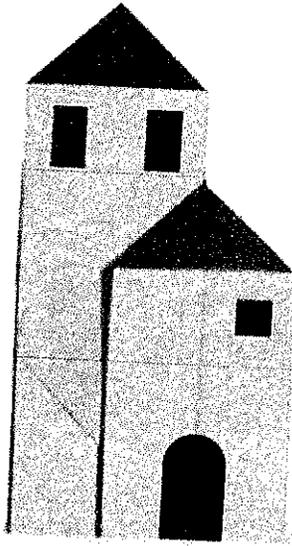
En el origami no se utilizan tijeras ni pegamento o grapas, tan sólo el papel y las manos. Su gran ventaja es sin dudas el material empleado, solamente "papel".

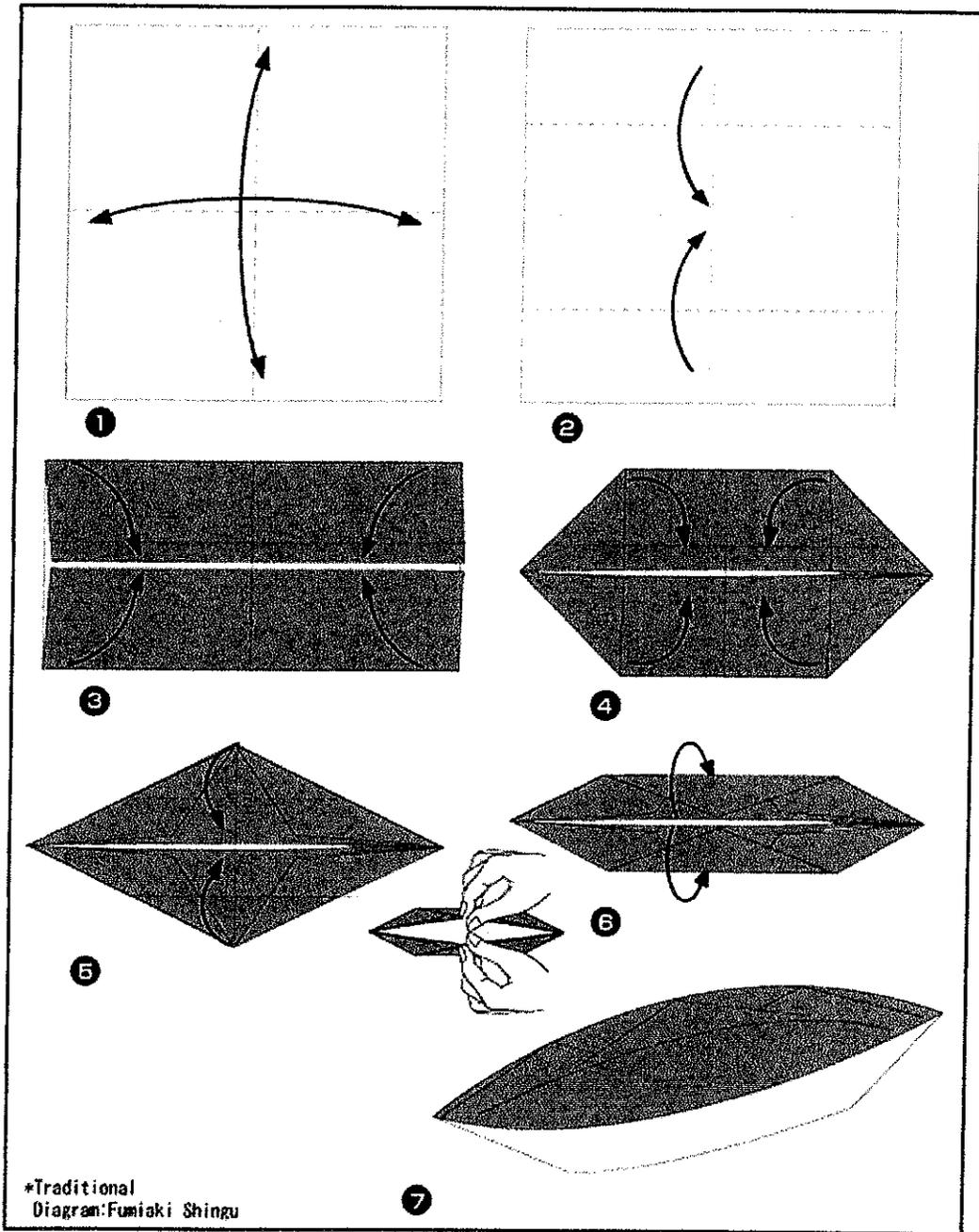
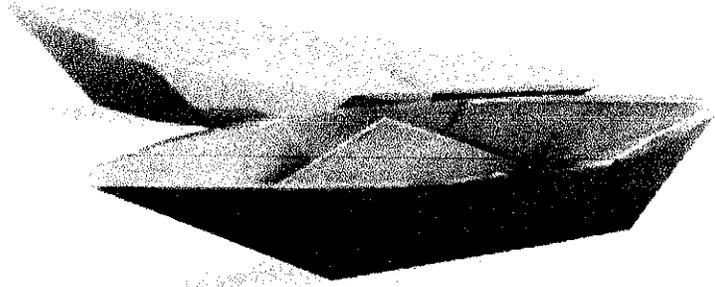
La mayoría de la gente conoce el origami por sus avioncitos de papel o por sus barquitos. Se aprende origami a fin de ser capaz de enseñarlo como un entretenimiento para niños, jóvenes, ancianos, como terapia para pacientes con desventajas mentales y físicas, como un medio de destreza, o como una demostración de los principios de geometría, o simplemente compartir con amigos. Plegar y usar esos modelos como decoraciones para días festivos o para hacer tarjetas de saludo individuales.

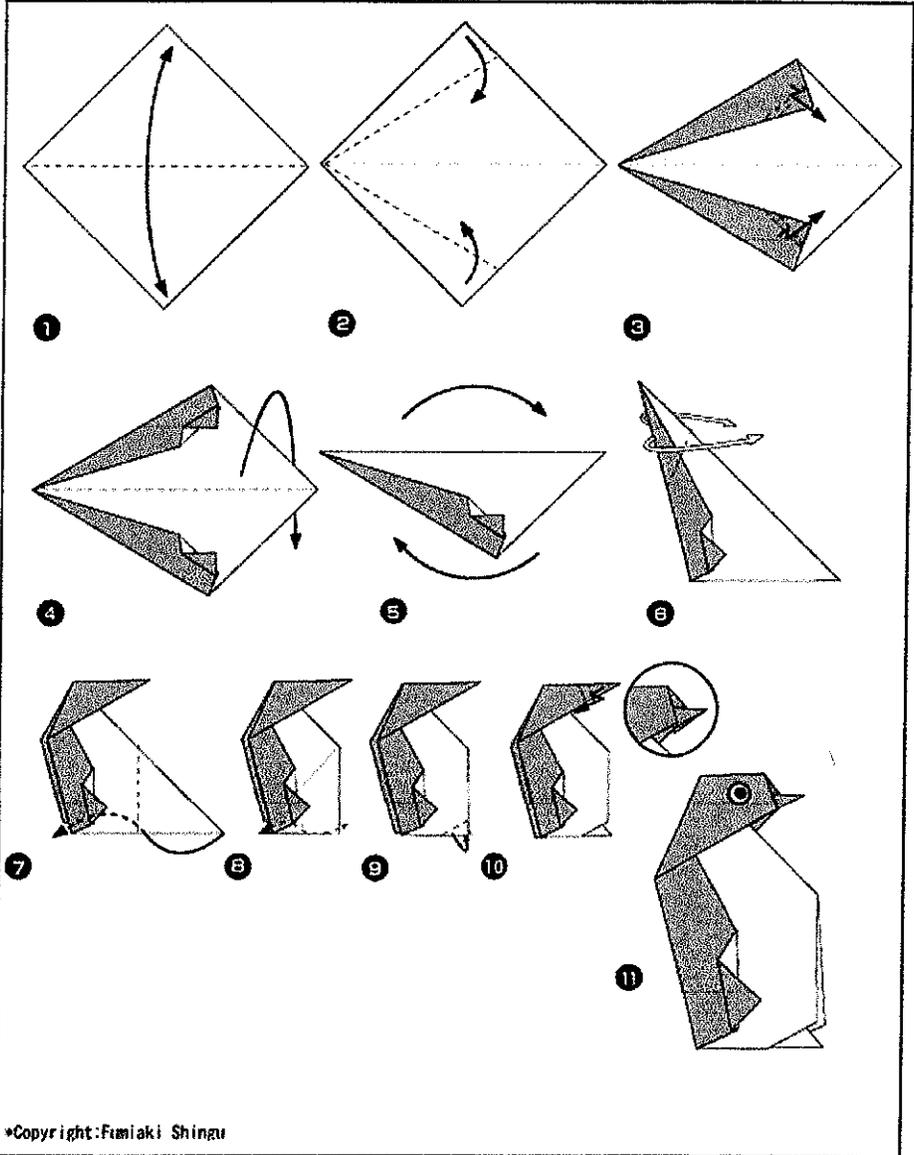
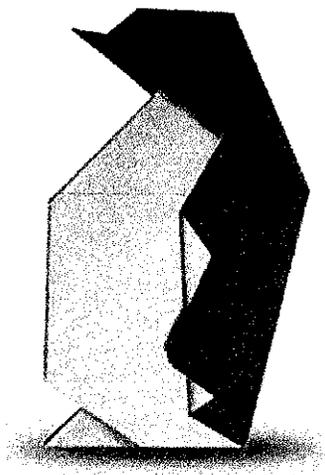
El origami es definido como un arte educativo en el cual las personas desarrollan su expresión artística e intelectual. También lo exponen como la esencia que se esconde tras los dedos de quienes pliegan papeles para darle nacimiento a innumerables figuras.

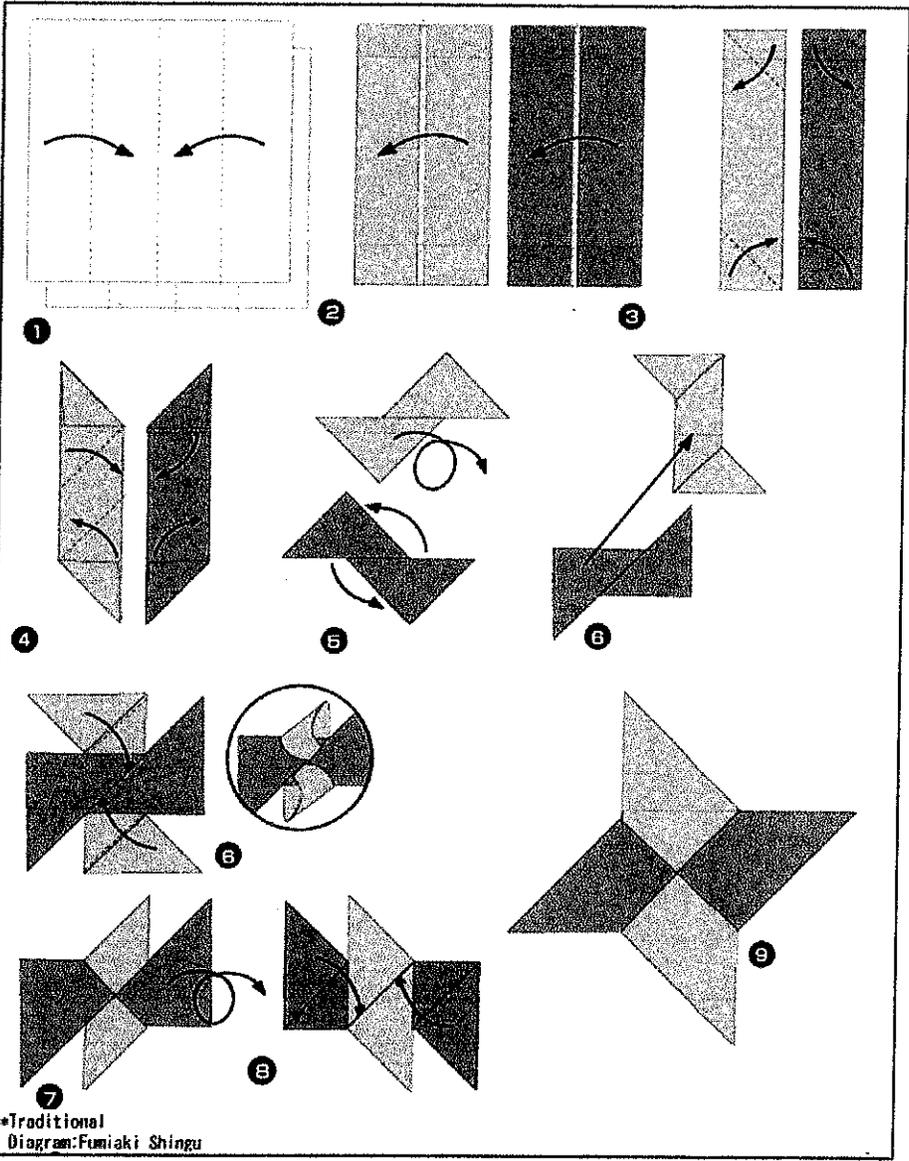
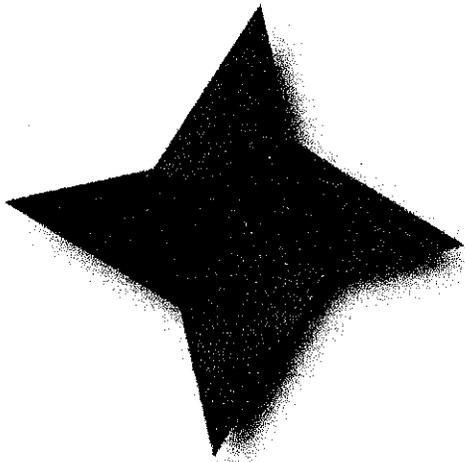
La particularidad de esta técnica es la transformación del papel en formas de distintos tamaño y simbología, partiendo de una base inicial cuadrada o rectangular que pueden ir desde sencillos modelos hasta plegados de gran complejidad. Los sujetos preferidos para modelar son animales y otros elementos de la naturaleza como flores, árboles entre otros motivos.

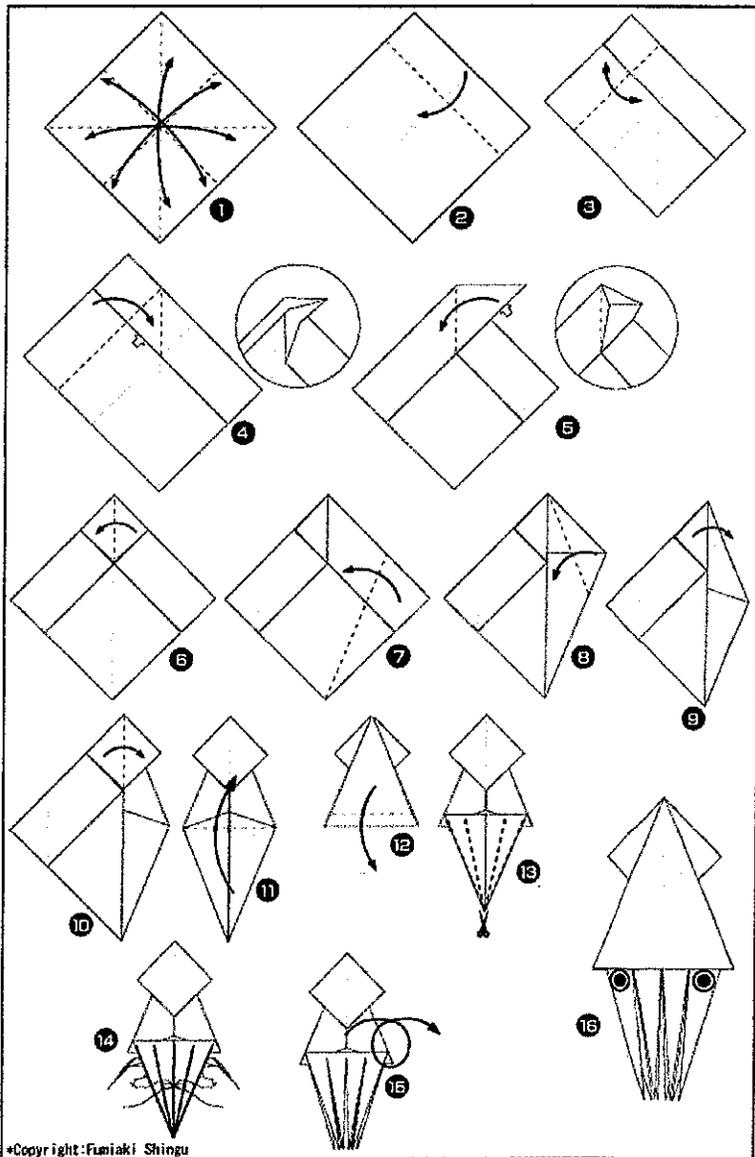
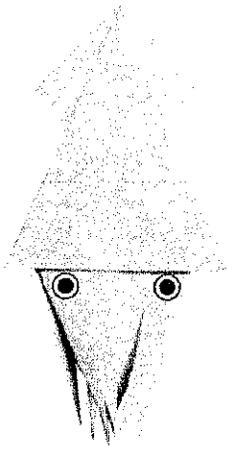


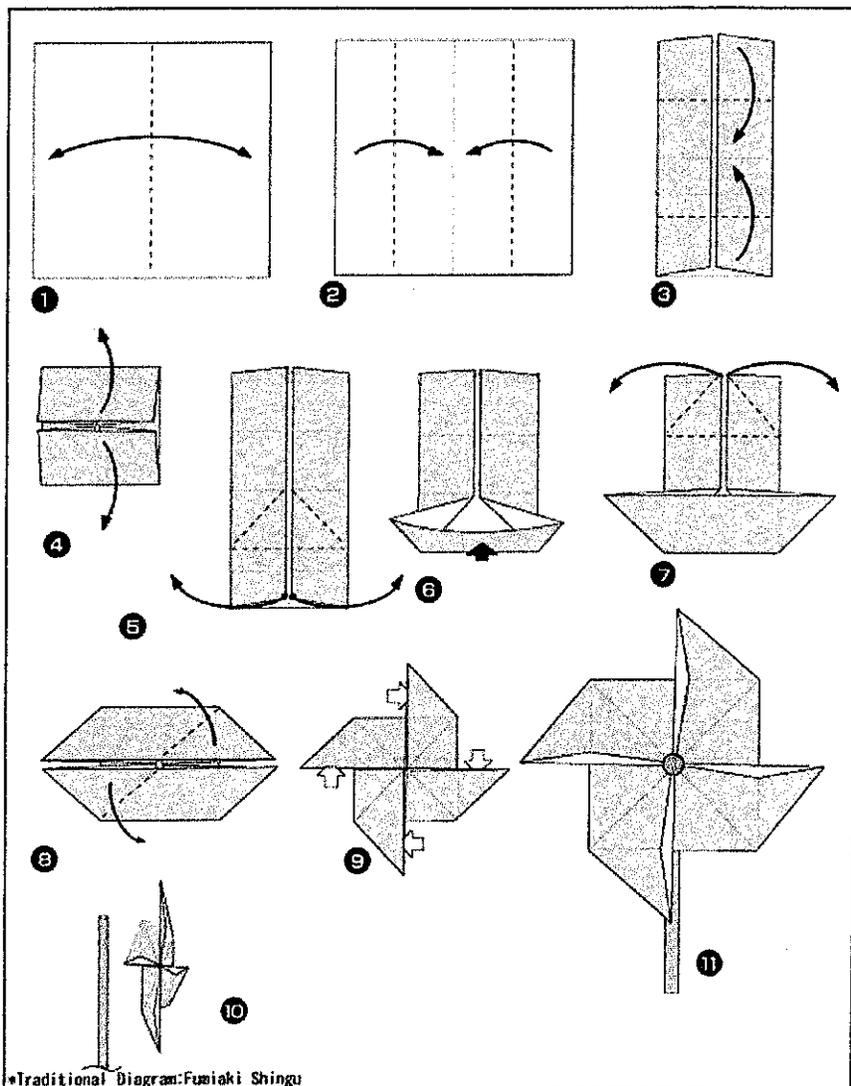
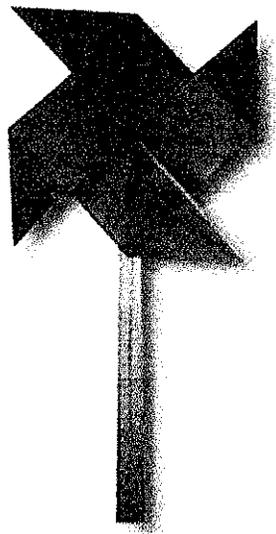


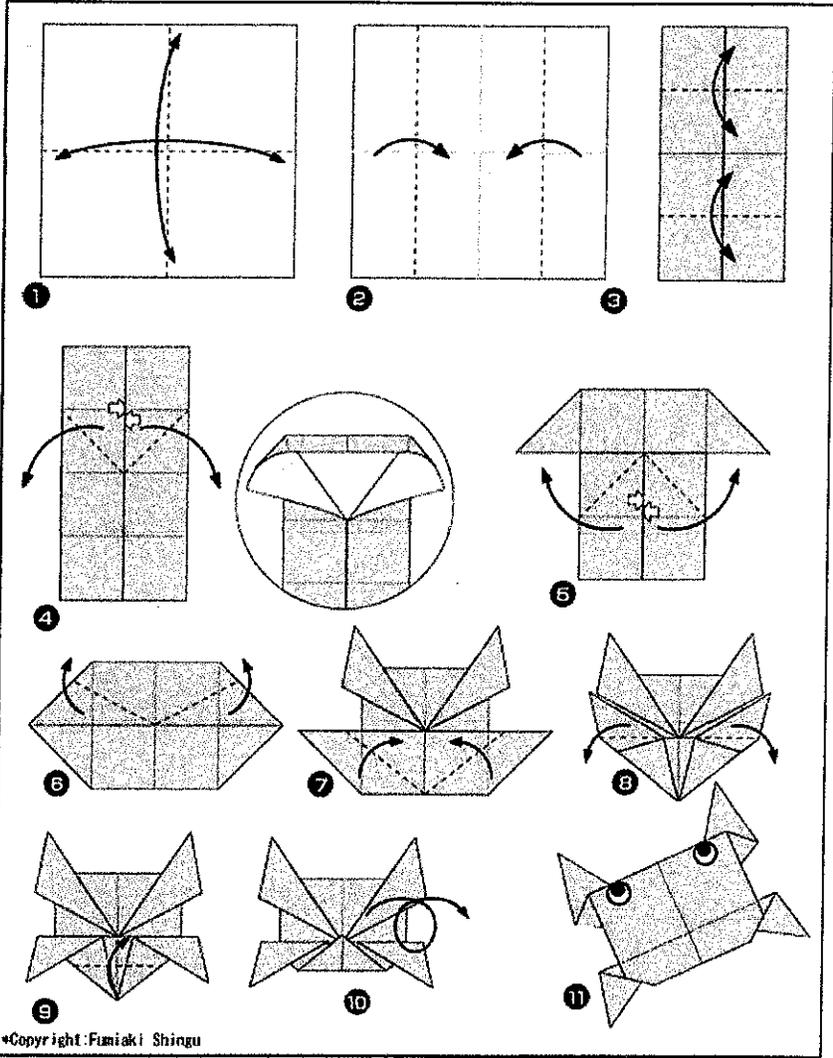
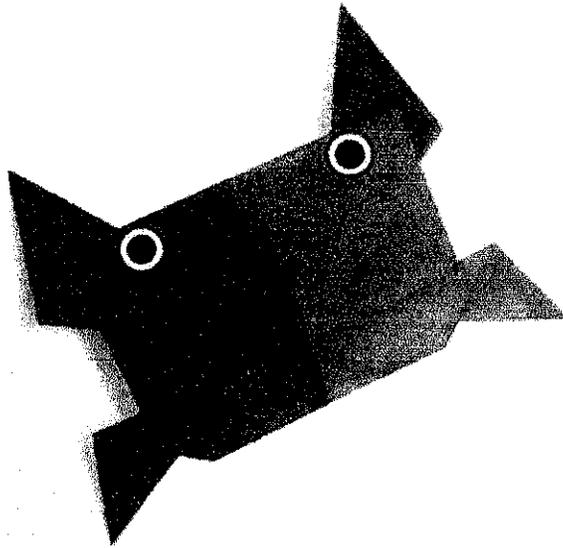


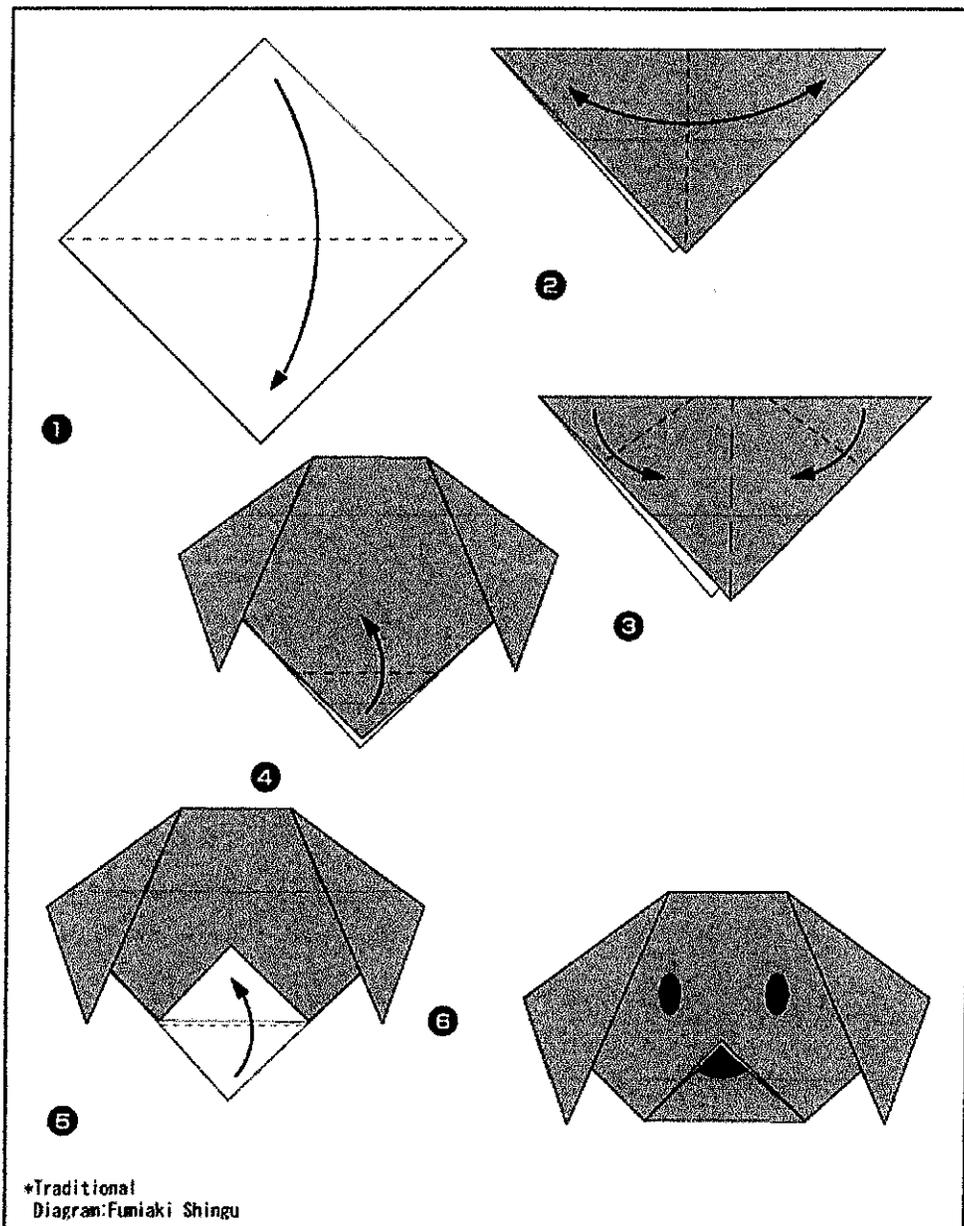
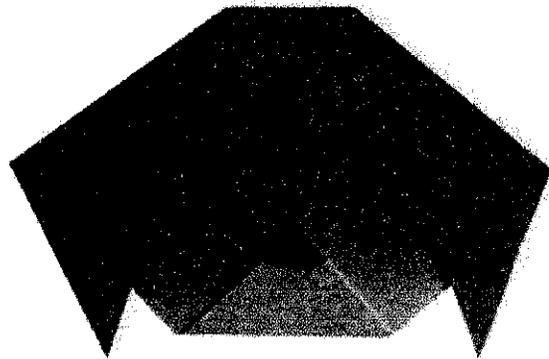












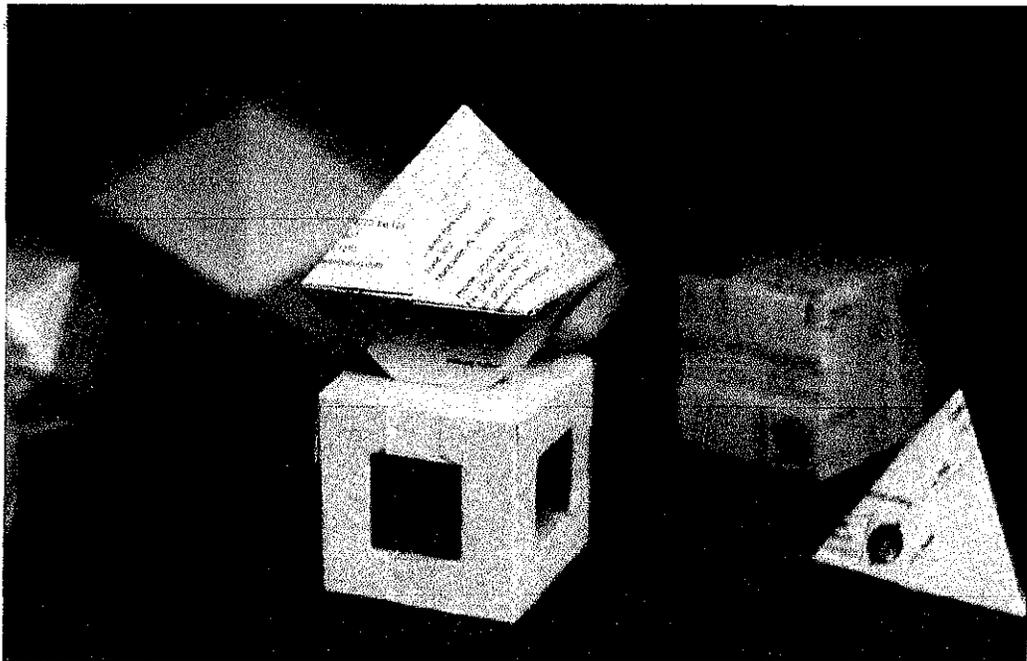
# Kirigami

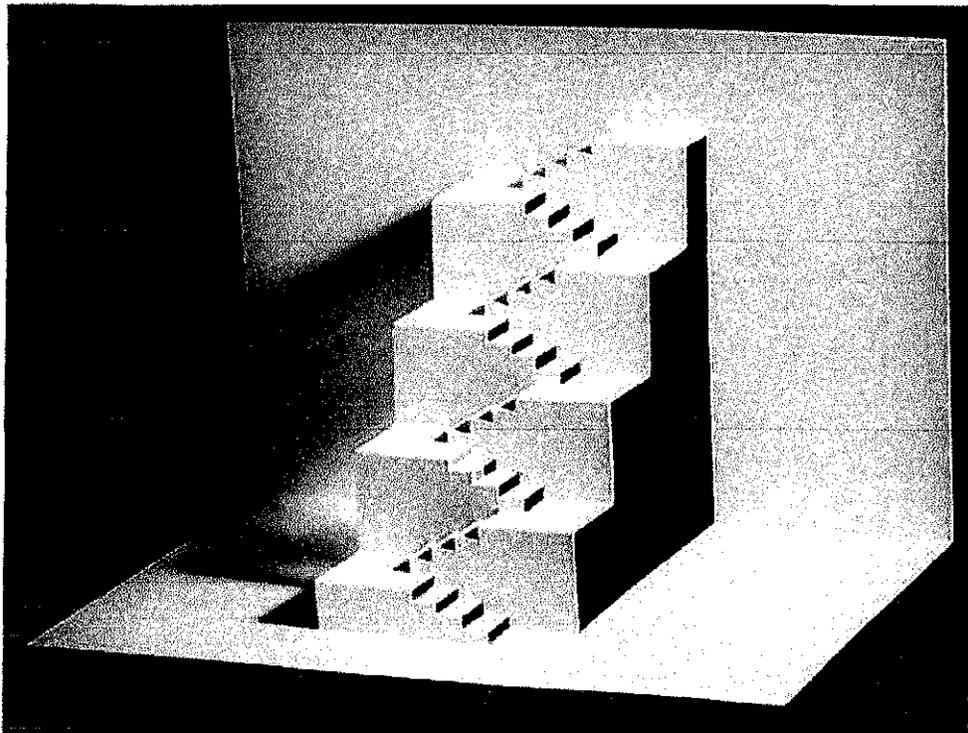
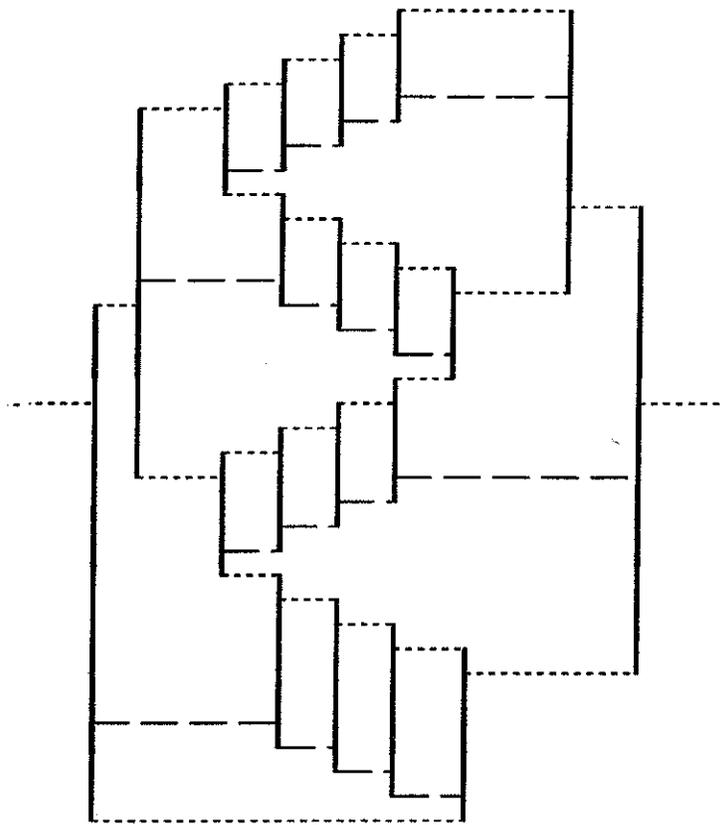
El kirigami es el arte del papel recortado, así como el origami lo es del papel plegado. Cuando surgió el papel, en China, casi de inmediato alguien lo cortó, así que el origen del kirigami es milenario.

Se diferencia de los "recortables" en que estos últimos necesitan de un trazo o dibujo previo y en el kirigami se recortan las figuras directamente con las tijeras, lo que lo convierte en una técnica muy creativa. Su término deriva de las palabras japonesas kiri, que significa cortar, y gami, papel.

El kirigami tiene muchas variantes. El kirigami milenario practicado en oriente desarrolla modelos decorativos y muy artísticos. Hay un kirigami arquitectónico que usando cuchillas desarrolla modelos muy elaborados.

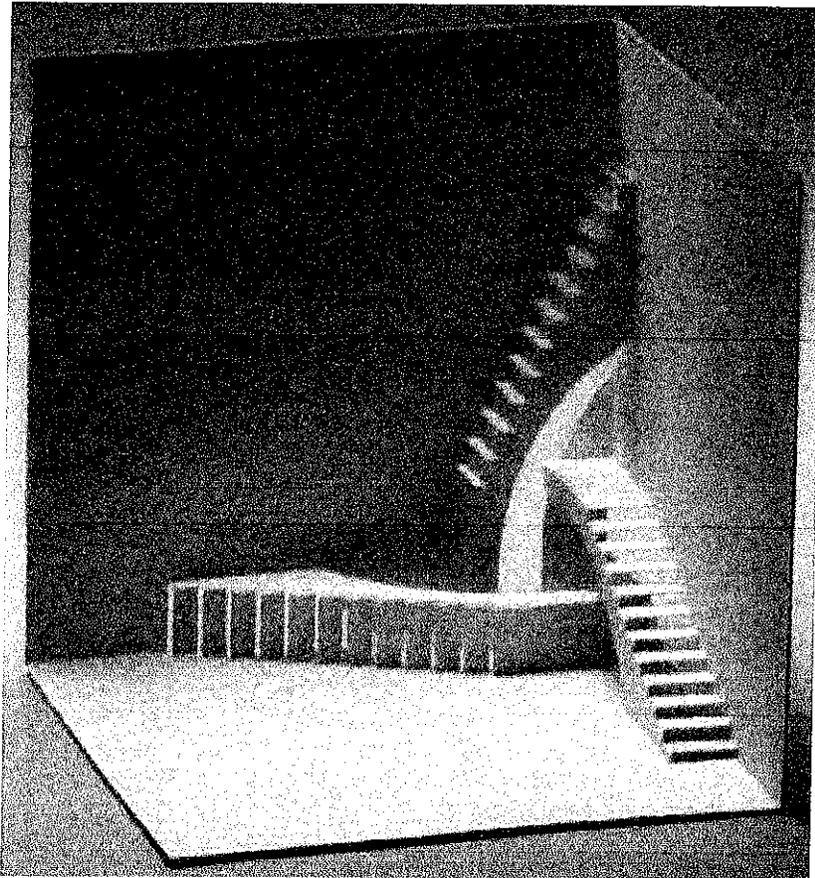
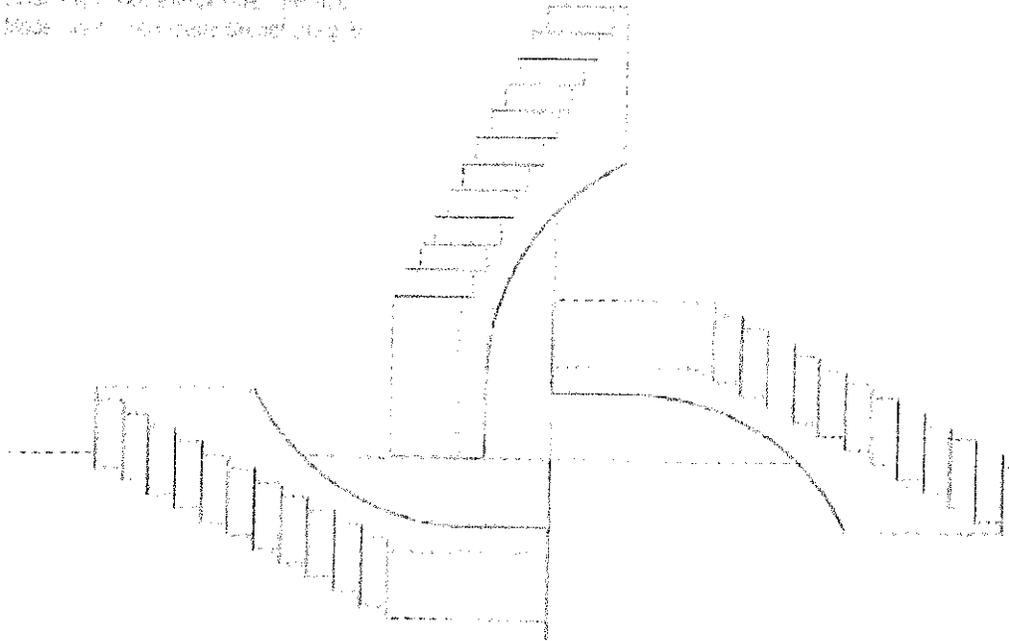
También existe una variante educativa del kirigami, desarrollada especialmente en Sudamérica, la cual se usa como técnica y material educativo. Para ello se han creado dinámicas, juegos y aplicaciones didácticas del recorte del papel.

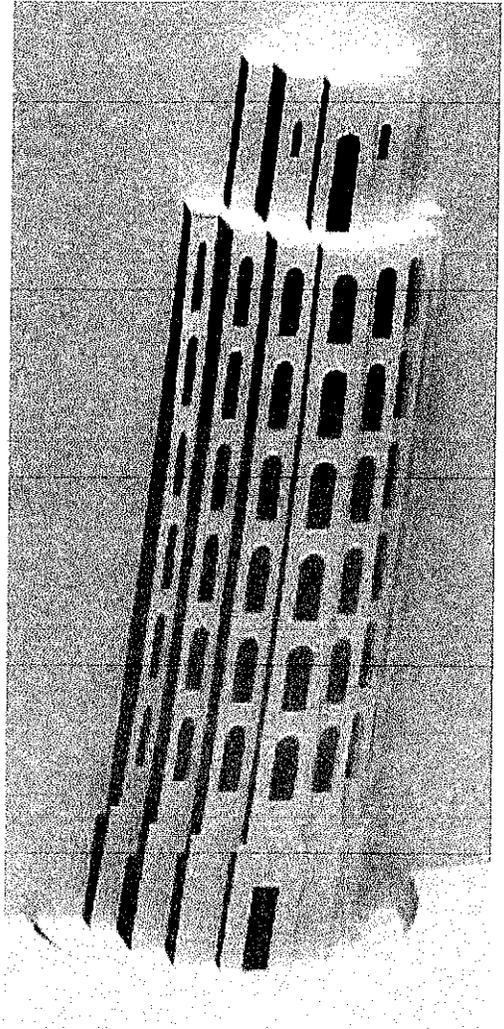
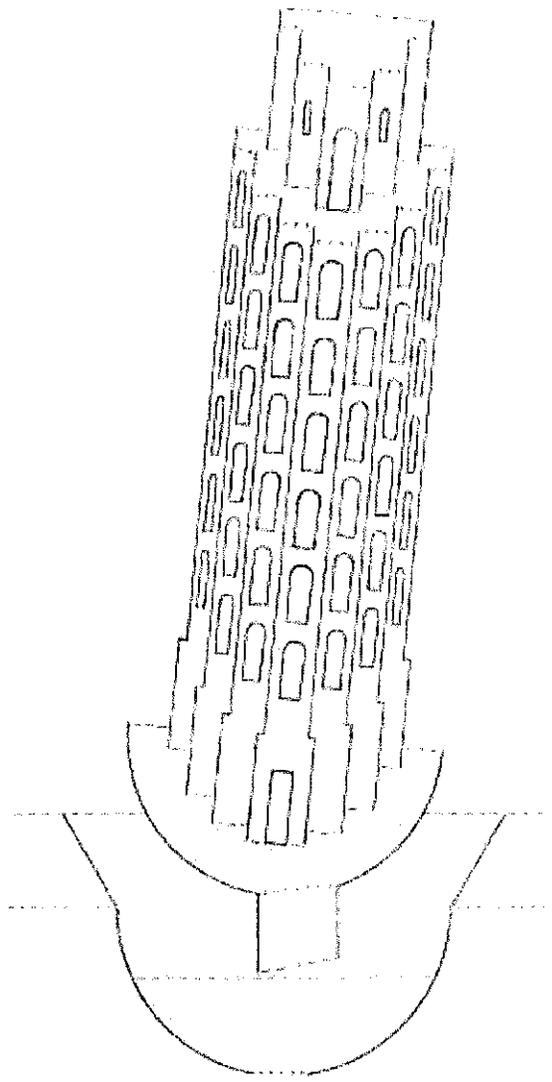




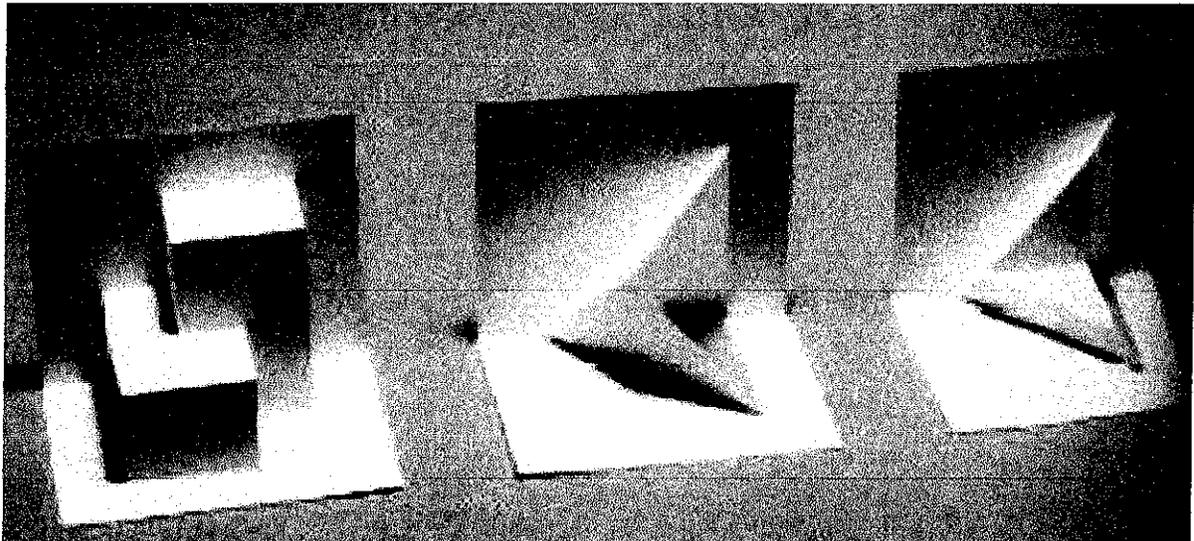
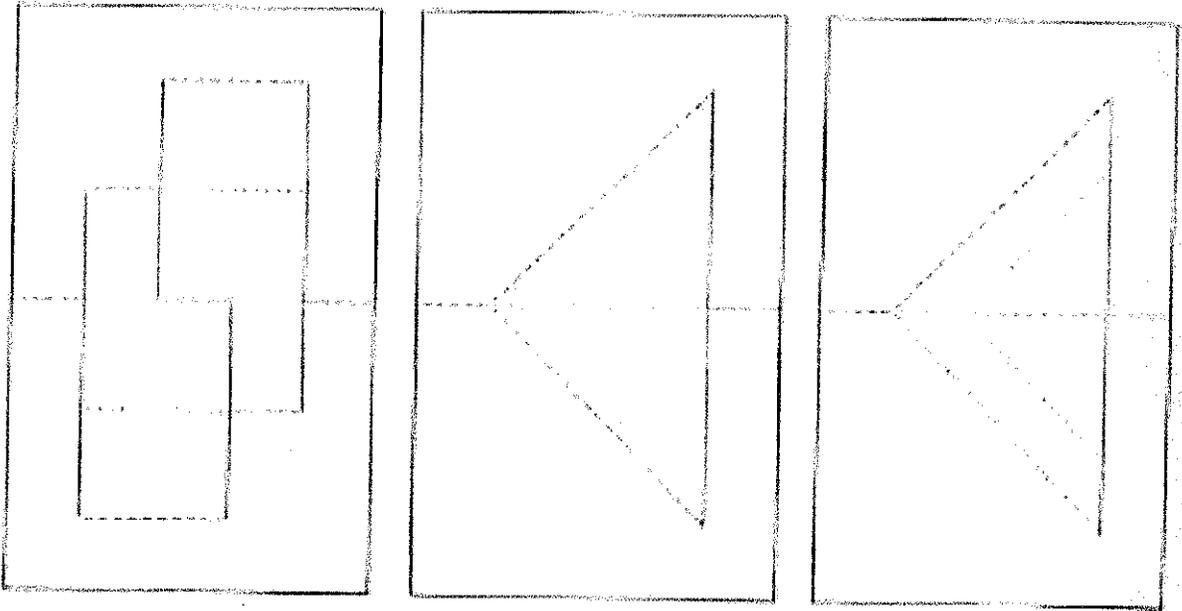
## 26. Escher-Treppen \*\*

Das Treppenstige-Motiv vollständig beiseite  
und wieder öffnen. Dann setzen wir es  
zusammen noch einmal fertig per Stück.  
Möge es dir ein wenig Freude bereiten!

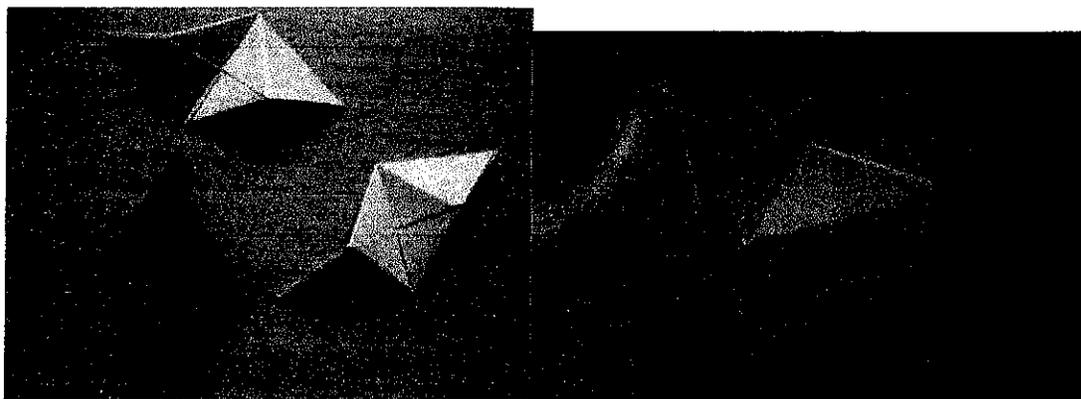




# Plantillas



## Sonobé Modulo paso a paso



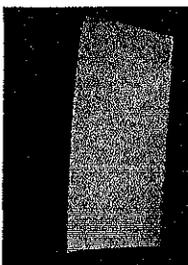
Vamos a aprender a crear módulos Sonobé, que nos servirán para montar poliedros de papel. El sistema que uso es el habitual, hay matices que he ido cogiendo de varias partes, pero es el módulo básico.

Es muy sencillo de montar y permite realizar todos los poliedros regulares estrellados (de cada cara del poliedro parte una pirámide triangular)

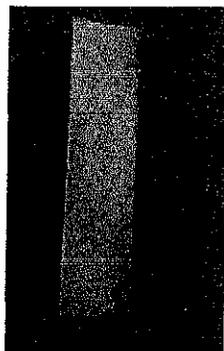
1. Necesitamos un cuadrado de papel (lo más exacto posible).



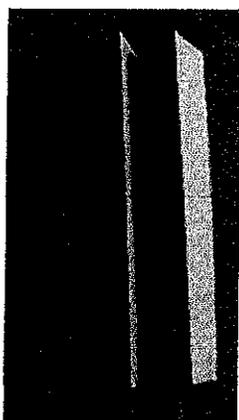
2. Doblamos por la mitad.



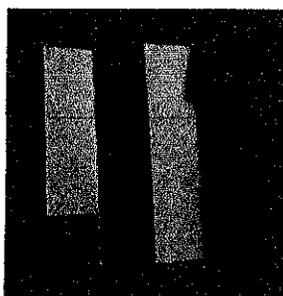
3. Doblamos la mitad del pliegue como se ve en la imagen.



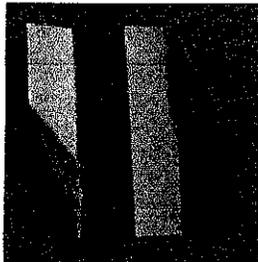
4. Hacemos lo mismo por la parte de atrás para que quede lo que vemos en la foto.



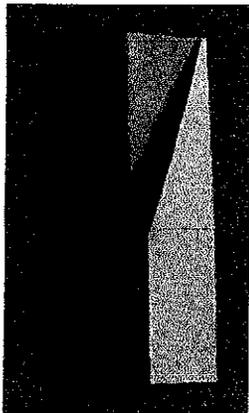
5. Desplegamos y, dejando el cuadrado como se ve en la imagen, doblamos las esquinas (es importante que sean siempre las mismas, porque sino luego los módulos no encajarán).



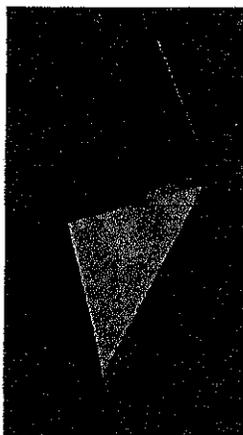
6. Este paso no es necesario, yo lo he tomado de la página de Jordi Mas, y me gusta porque el módulo queda más consistente.



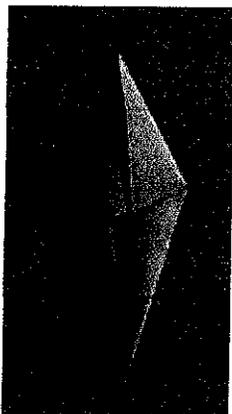
7. Volvemos a doblar los pliegues laterales.



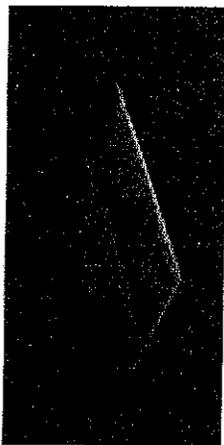
8. Tal y como lo tenemos encima de la mesa doblamos las esquinas como se ve en la imagen (es importante no hacerlo al revés porque si no no podemos hacer el siguiente paso).



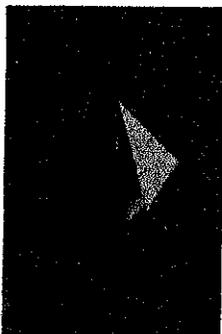
9. Metemos los pliegues dentro de los "bolsillos" para que quede compacto.



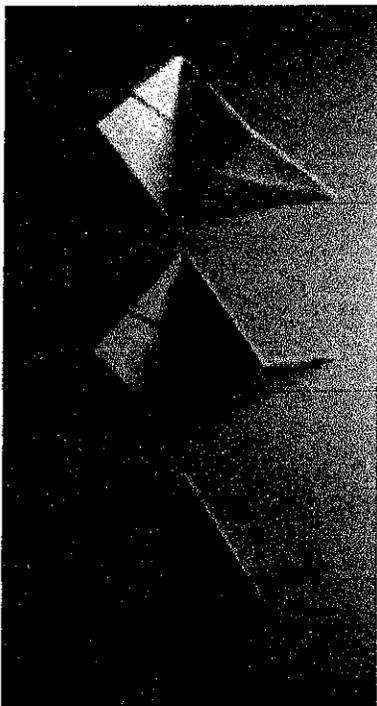
10. Le damos la vuelta.



11. Tal y como aparece en la imagen numero 10, levatamos las esquinas para que aparezca como en la 11 (hay que fijarse bien porque es fácil hacerlo al revés).



12. Doblamos por el eje central y ya tenemos el módulo terminado, ahora tendremos que hacer varios (como mínimo tres) para poder montar alguna figura.



## Models made With a Sonobe unit

La siguiente tabla muestra la correlación entre tres características básicas - caras, aristas y vértices - de polígonos (compuestas por subunidades de Jewel Toshie) de tamaño variable y el número de unidades Sonobe utilizadas:

Número de unidades de Sonobé	Caras	Edges	Vertices
$s$	$2s$	$3s$	$s + 2$
3	6	9	5
6	6	12	8
12	24	36	14
30	60	90	32
90	180	270	92
270	540	810	272

El modelo hecho de tres unidades da como resultado una bipirámide triangular. La construcción de una pirámide en cada cara de un tetraedro regular, usando seis unidades, da como resultado un cubo (el pliegue central de cada módulo se establece plano, creando caras cuadradas en lugar de caras triangulares rectas isósceles y cambiando la fórmula para el número de caras, aristas, Y vértices), o tetraedro de tres ejes. La construcción de una pirámide en cada cara de un octaedro regular, utilizando doce unidades de Sonobe, da lugar a un octaedro de tres ejes. Construir una pirámide en cada cara de un icosaedro regular requiere 30 unidades, y resulta en un icosaedro de tres ejes.

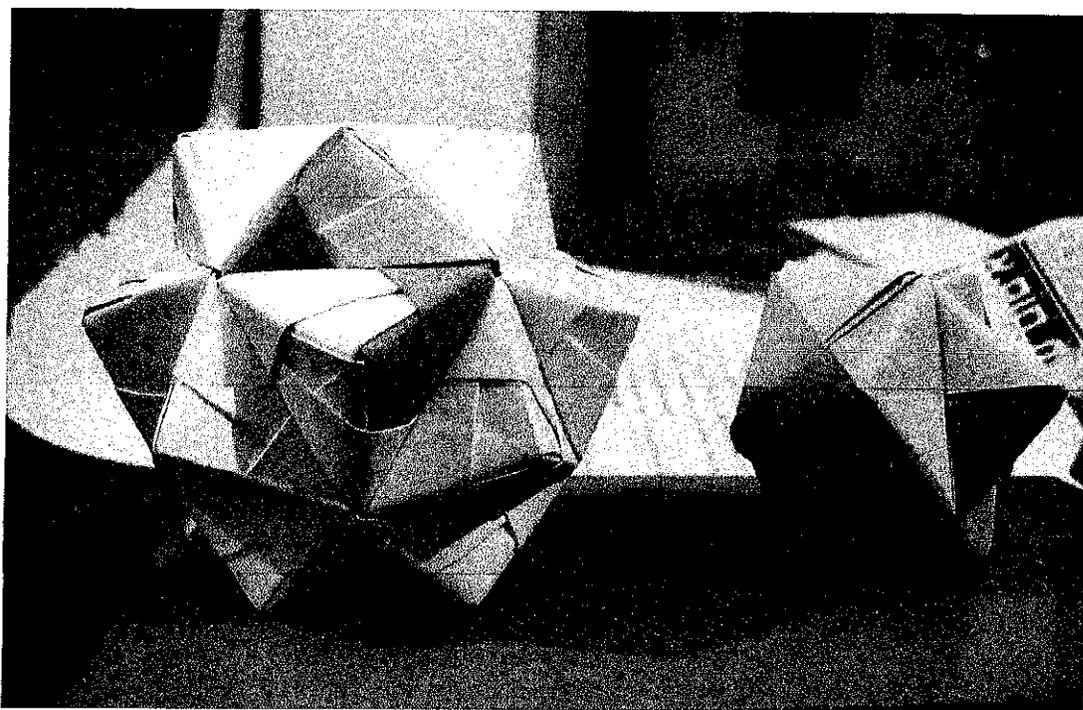
Los poliedros uniformes se pueden adaptar a los módulos de Sonobe reemplazando caras no triangulares con pirámides con caras equiláteras; Por ejemplo, mediante la adición de pirámides pentagonales que apuntan hacia el

interior a las caras de un dodecaedro, se puede obtener una bola de 90 módulos.

También se pueden construir formas arbitrarias, más allá de los poliedros simétricos; Un deltaedro con  $2N$  caras y  $3N$  bordes requiere módulos  $3N$  Sonobe.

Hay dos variantes populares del estilo de ensamblaje principal de tres módulos en pirámides triangulares, ambos con las mismas solapas y bolsillos y compatibles con él:

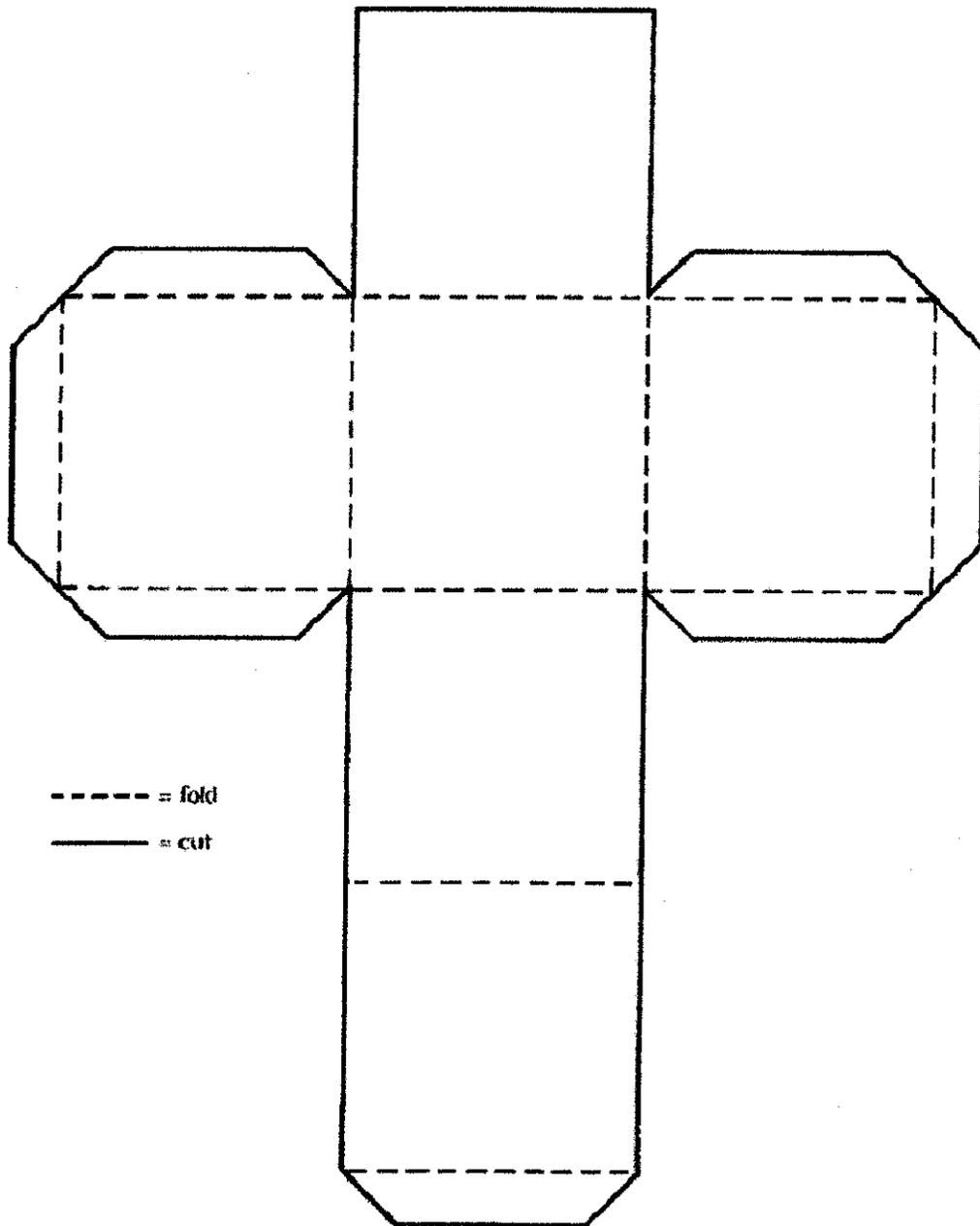
- Unir cuatro módulos juntos (en lugar de tres), formando una pirámide cuadrada aplastada que puede convertirse en parte de un edredón o una cara poliédrica más grande, p. En 12 y 24 módulos cubos grandes.
- Unir sólo dos módulos, formando una aleta triangular que puede ser utilizada como adorno para modelos adecuados y para hacer un triángulo de 1 módulo (una aleta hecha con las dos mitades del mismo módulo) o un cuadrado de 2 módulos (dos aletas).



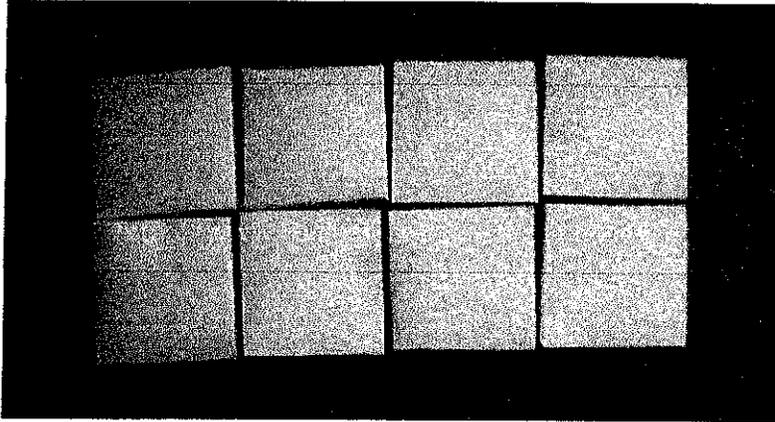
*Ejemplos de origami modular compuesto por unidades Sonobe: un icosaedro aumentado y un octaedro aumentado, que requieren 30 y 12 unidades, respectivamente.*

# Cubo Mágico

Para poder armar un cubo mágico se necesita tener al menos 8 cubos pequeños, los cuales se pueden armar a partir de la siguiente plantilla:



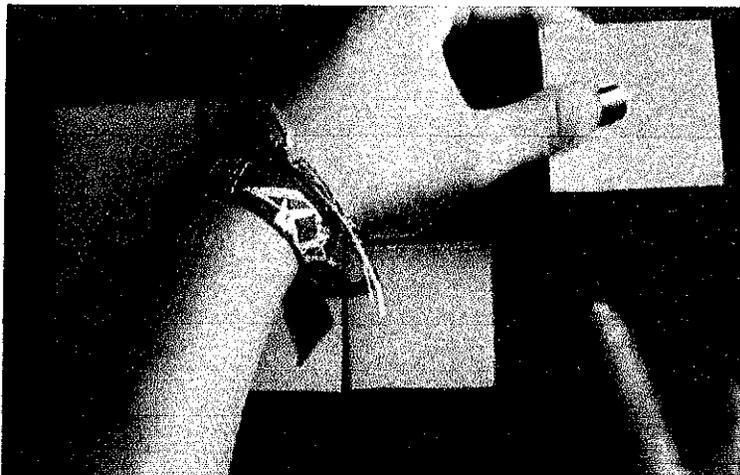
Una vez armados los 8 cubos, estos se colocan en dos filas de 4, una encima de la otra, como se muestra en la imagen:



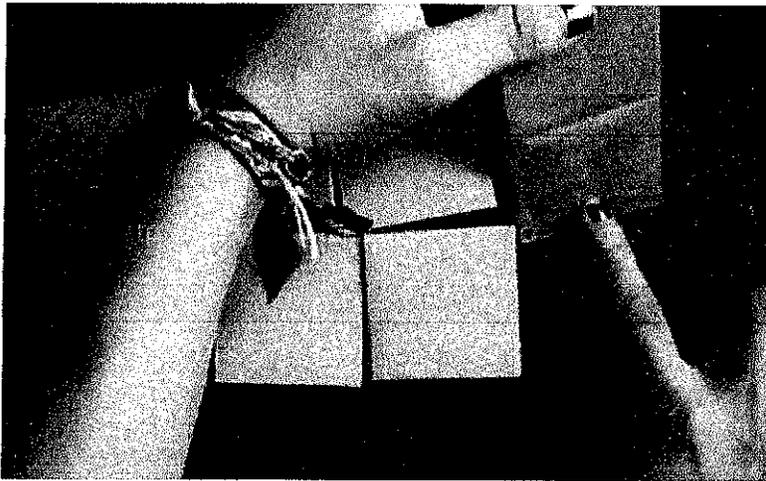
Después, se pegan; con cinta adhesiva, generalmente, los dos primeros cubos de la siguiente manera:



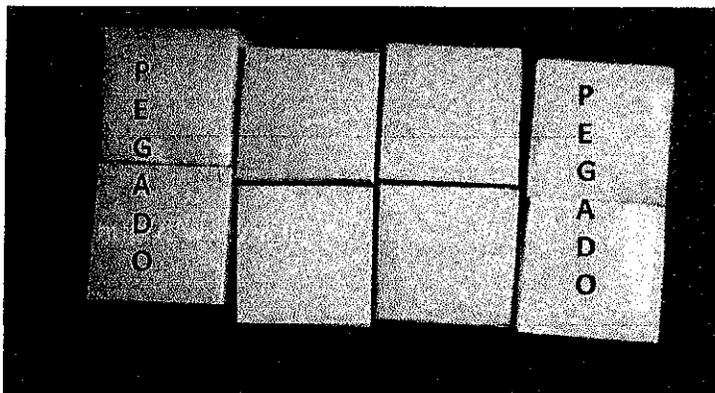
Una vez pegado, se colocan los cubos de la siguiente manera:



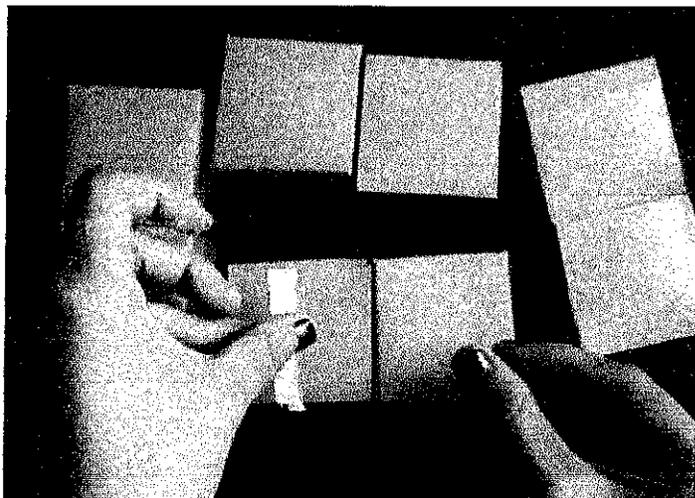
Se procede entonces a pegar las caras que quedaron apiladas:

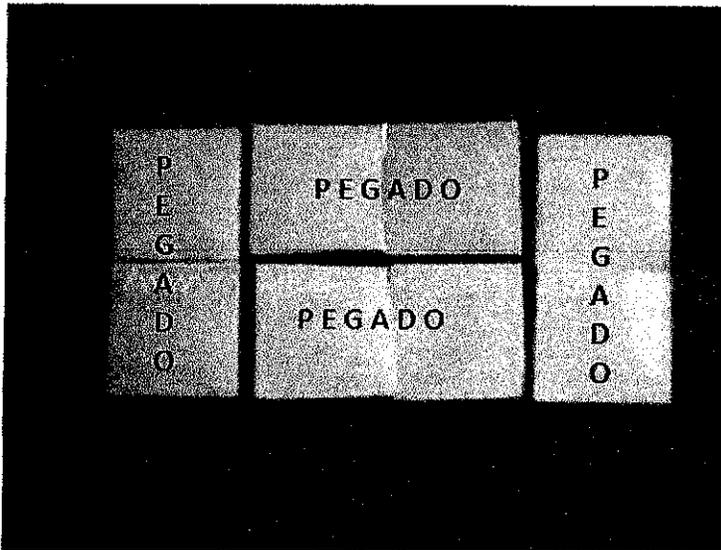
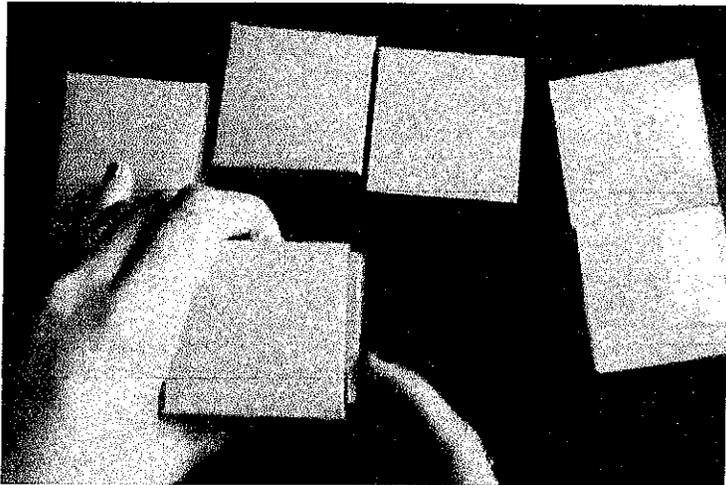


Se repite el procedimiento con los dos cubos del otro extremo de las filas:

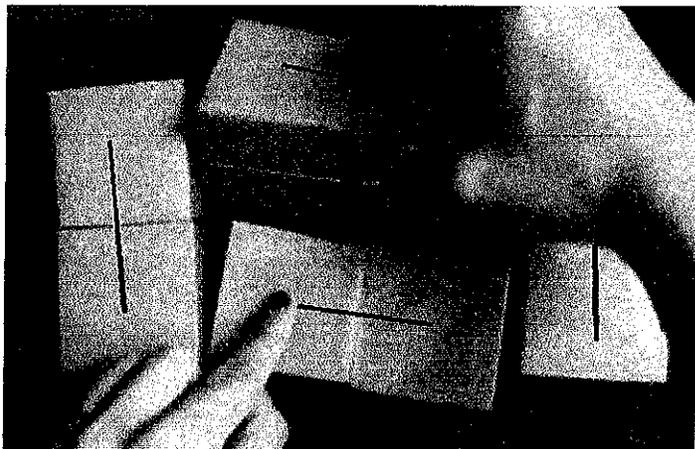


Se vuelve a repetir el procedimiento con los otros dos pares de cubos, pero ahora de manera horizontal:

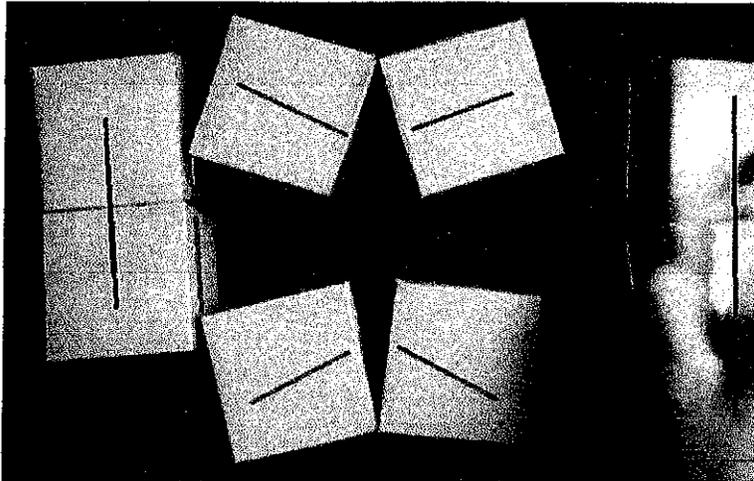




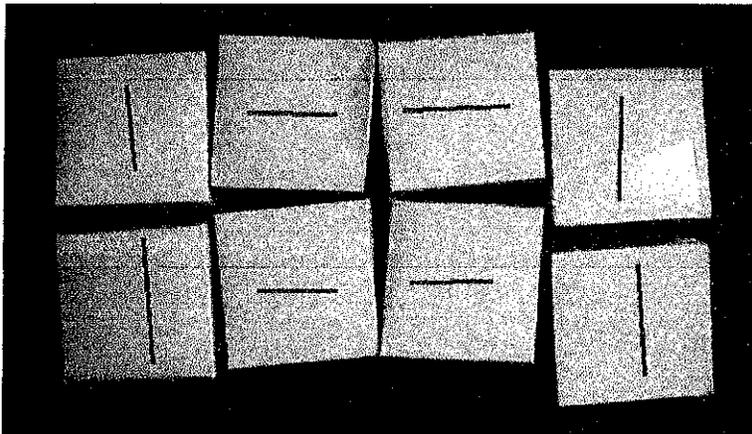
Ahora, se voltean los pares de cubos del centro de manera que, las caras de estos que se están tocando queden hacia arriba:



Se hace algo parecido con los laterales; en este caso son las caras que estaban abajo (de base), las que se voltean hacia arriba:



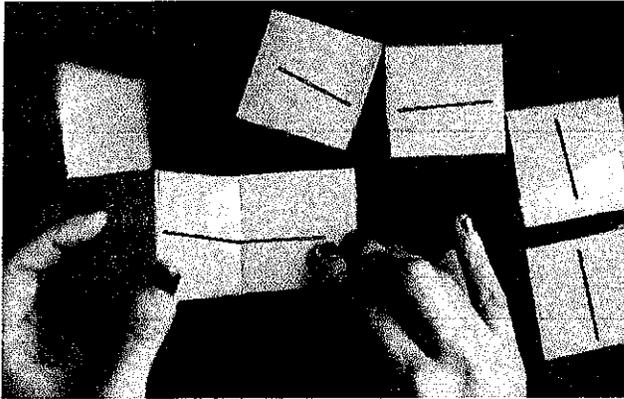
Una vez acomodados de esta manera:



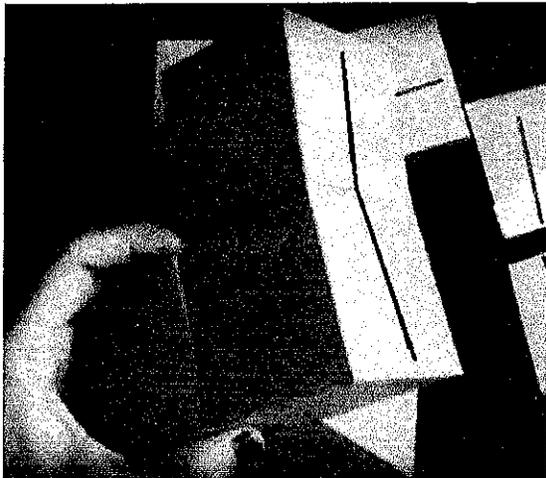
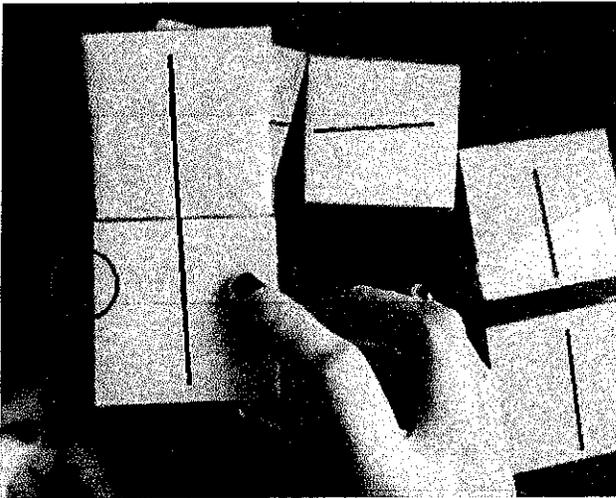
Se procede a pegarlos así:



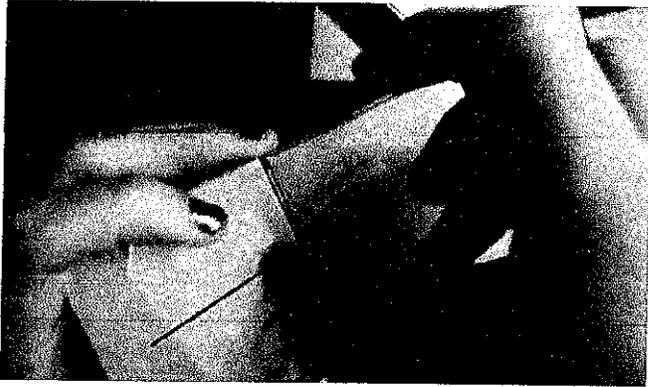
Se voltean los cubos en la dirección que se muestra:



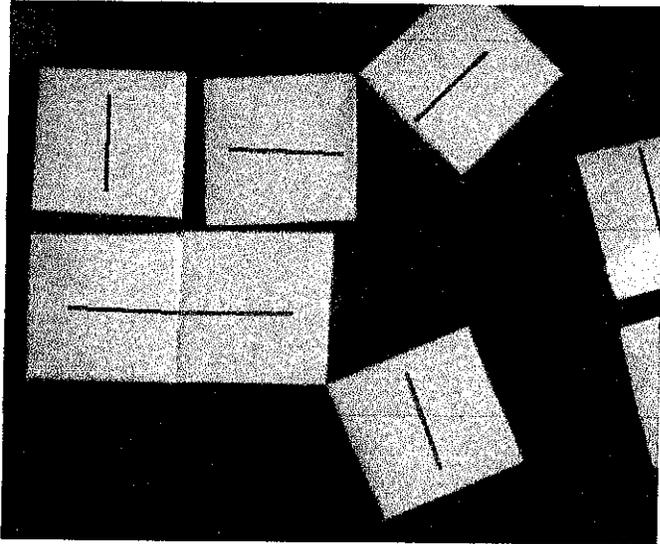
Nótese que, de manera apilada, las caras que originalmente estaban hacia arriba (marcadas con negro) vuelven a estar así. Las caras que se van a unir son las señaladas en rojo:



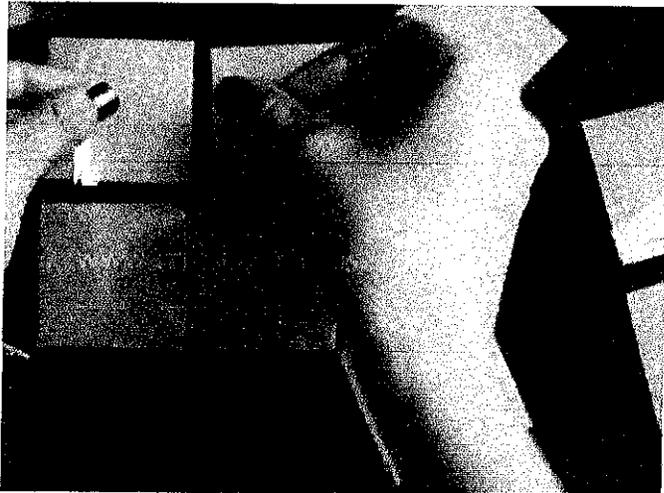
De esta manera:

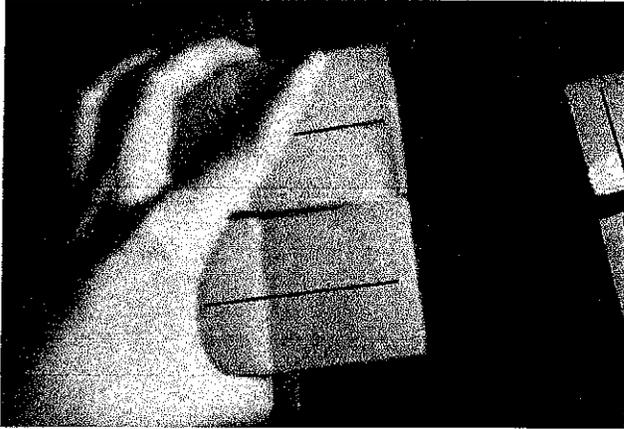


Se procede a colocar los cubos de nuevo de en esta posición:

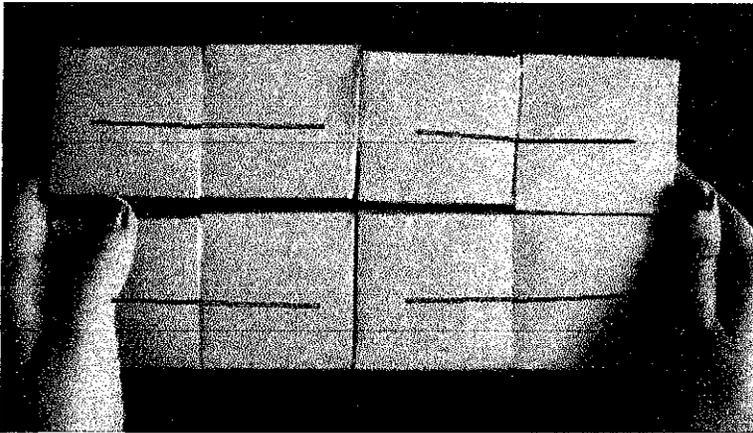


Y, se repite el procedimiento, ahora con los cubos de arriba:



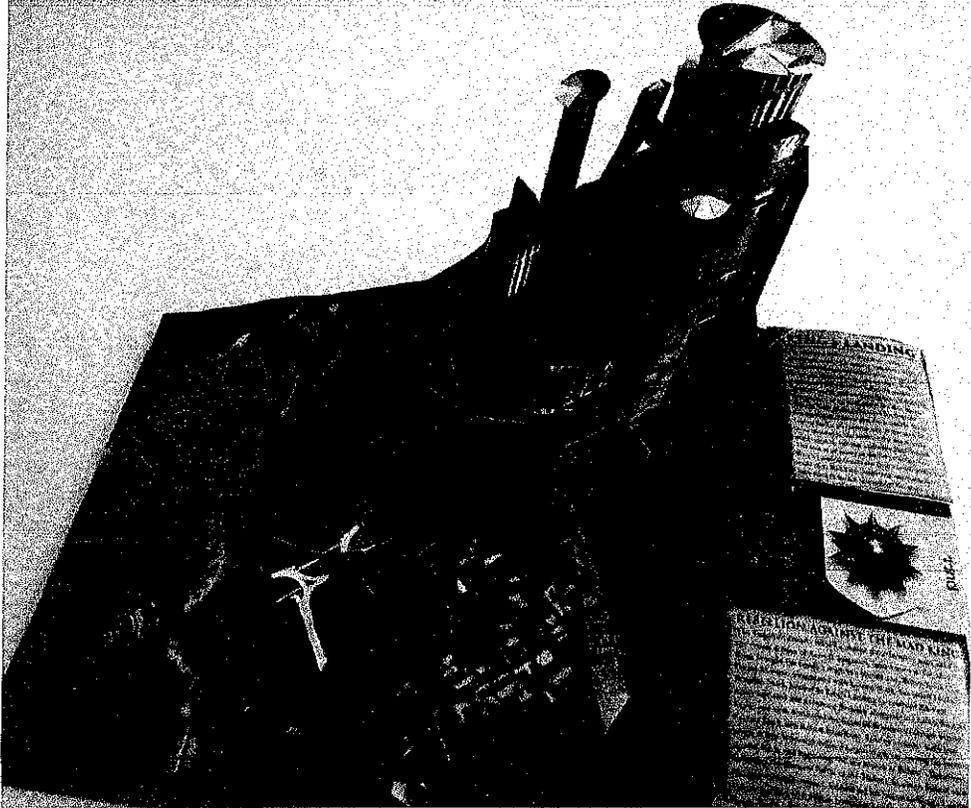


**Y después se procede a hacer lo mismo con los otros dos pares de cubos. Exactamente igual. Una vez terminado ese proceso, se regresan los cubos a esta forma:**



**Y ya está listo el cubo mágico.**

## Libro Pop-up



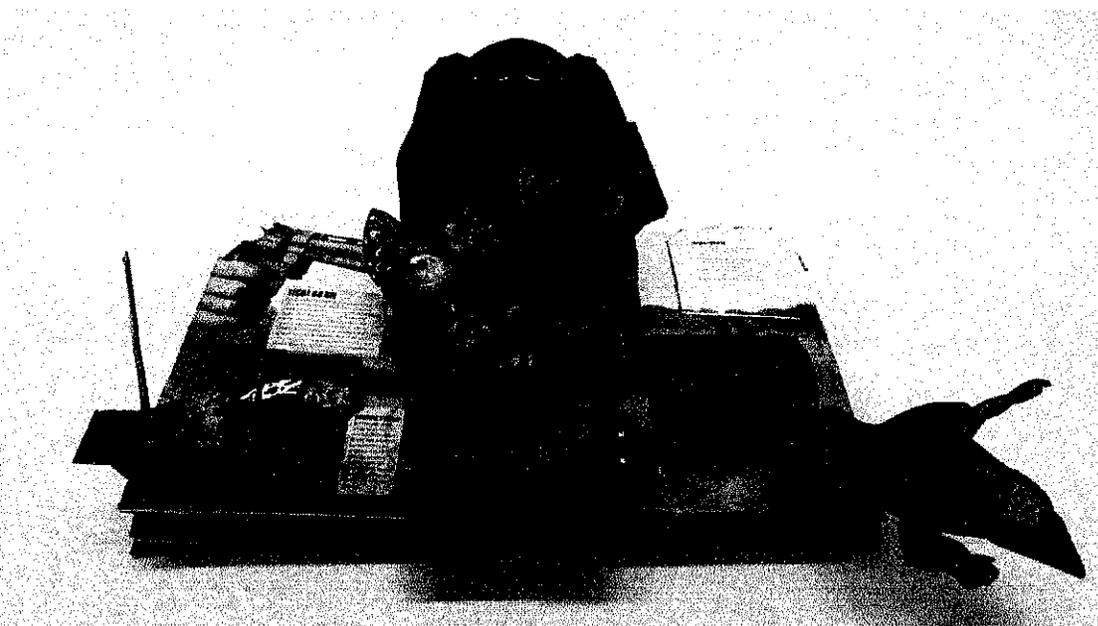
El Epíteto pop-up se suele aplicar a cualquier libro tridimensional, móvil o desplegable aunque apropiadamente el término "libro móvil" abarca los libros pop-ups, transformaciones, libros de (efecto de) túnel, volvelles, solapas que se levantan (flaps), pestañas que se jalan (pull-tabs), imágenes emergentes (pop-outs), mecanismos de tiras que se jalan (pull-downs), cada uno de los cuales funciona de una manera diferente, también se los llama libros troquelados porque la cartulina con la que se fabrican está cortada con un troquel.

También se incluyen las tarjetas de felicitación tridimensionales ya que emplean las mismas técnicas.

## Transformaciones

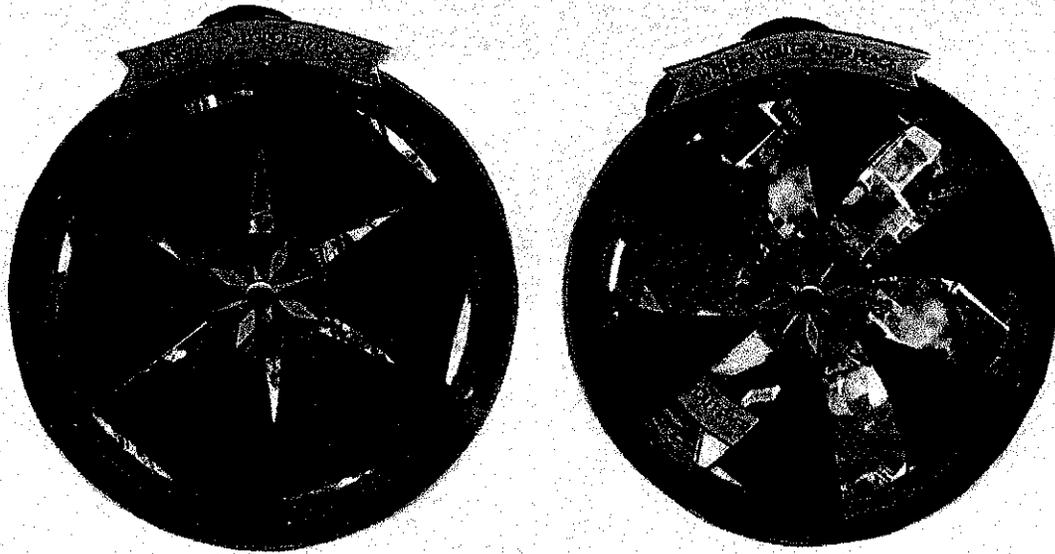
Las transformaciones muestran una escena formada por listones verticales. Tirando de una pestaña lateral, los listones se deslizan por debajo y por encima de los otros con lo que la imagen se "transforma" en un escenario totalmente diferente.

Ernest Nister, uno de los primeros autores de libros infantiles ingleses, a menudo produjo únicamente libros de transformaciones. Muchos de estos han sido reproducidos por el Museo Metropolitano de Arte.



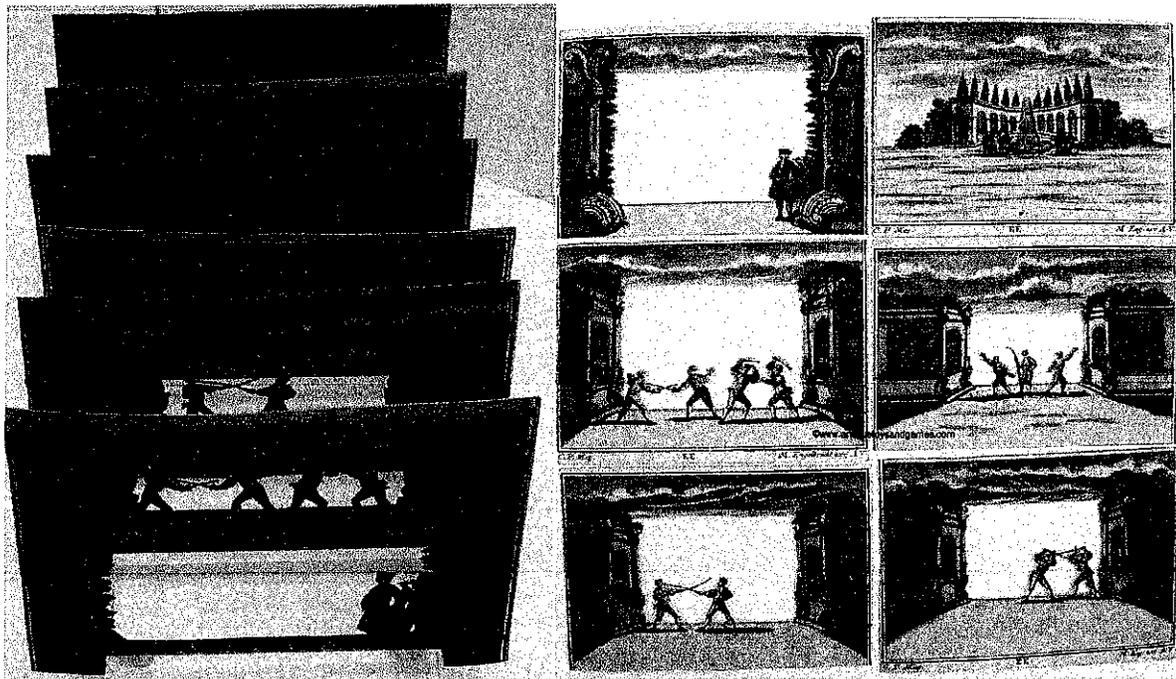
## Volvelles

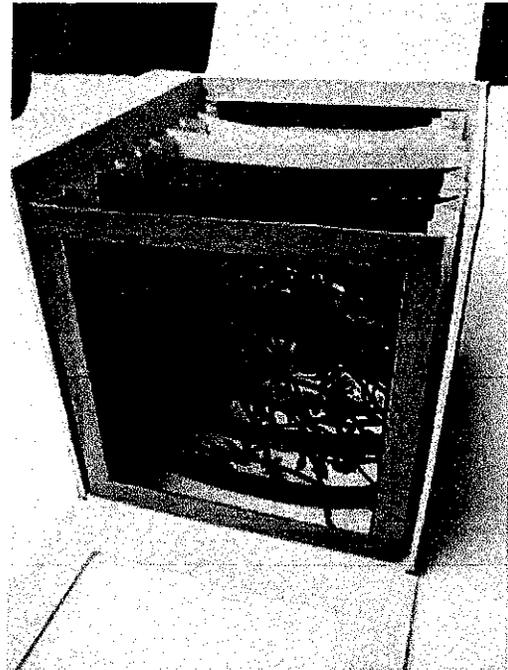
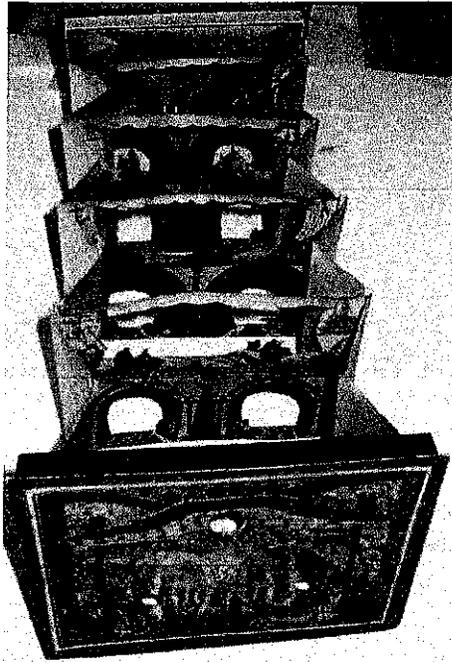
Volvelles son construcciones de papel con piezas giratorias. Uno de los primeros ejemplos es el *Astronomicum Caesareum*, por Petrus Apianus, que se hizo para el Emperador del Sacro Imperio Romano Carlos I de España/Carlos V de Alemania en 1540. El libro está lleno de piezas circulares anidadas girando sobre aros o anillos.



## Tunnel books

Los libros de (efecto de) Túnel (también llamados "show de mirones" -peepshows-) se componen de dos piezas planas de cartón, con unos agujeros en medio de una de las piezas, y un papel doblado al estilo concertina (en zigzag) uniéndolas (formando un tubo en forma de acordeón). Las escenas están pintadas en el cartón de la parte trasera, en la parte interior del tubo de papel, y a veces los elementos se colocan en la línea de visión. El observador levanta el tablero superior, con lo cual se extiende el tubo, y al asomarse por el agujero aprecia una escena tridimensional.

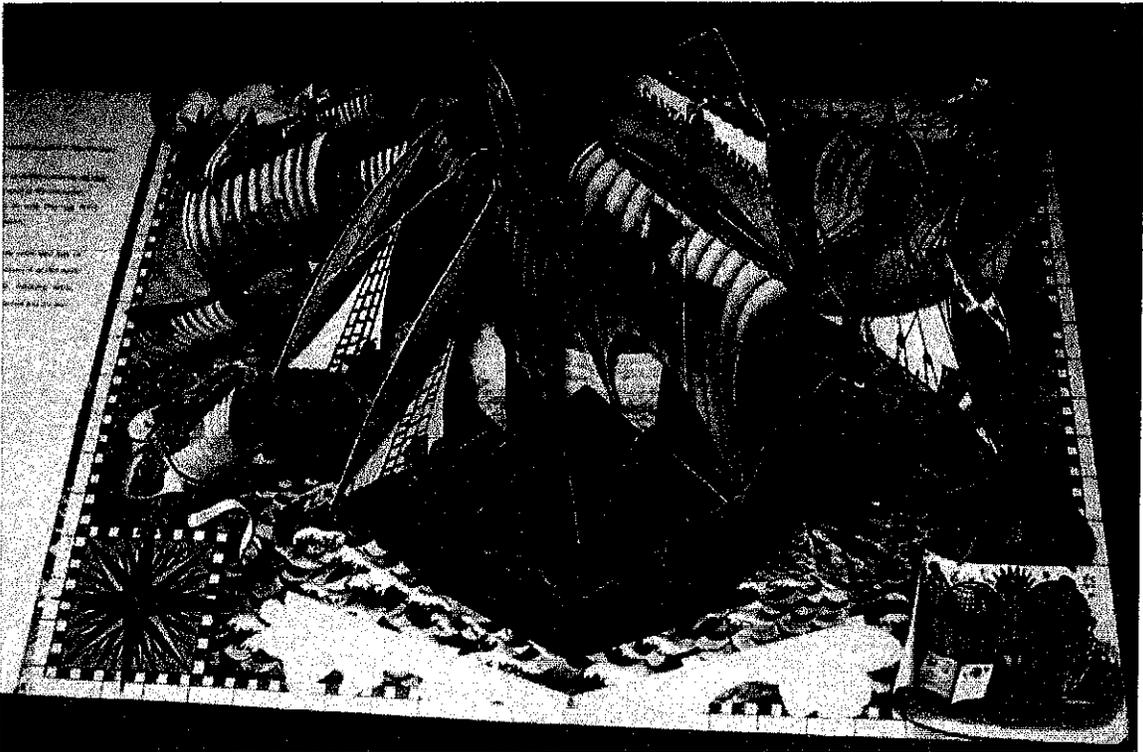
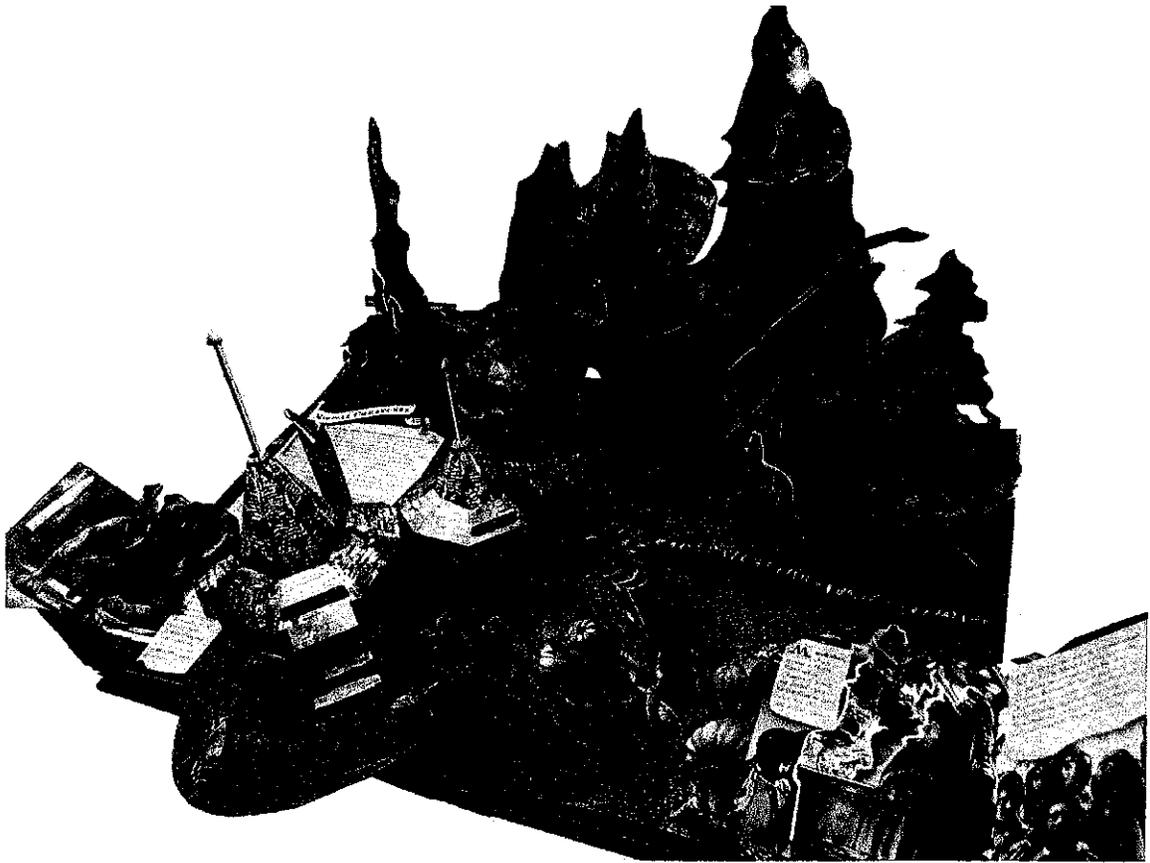


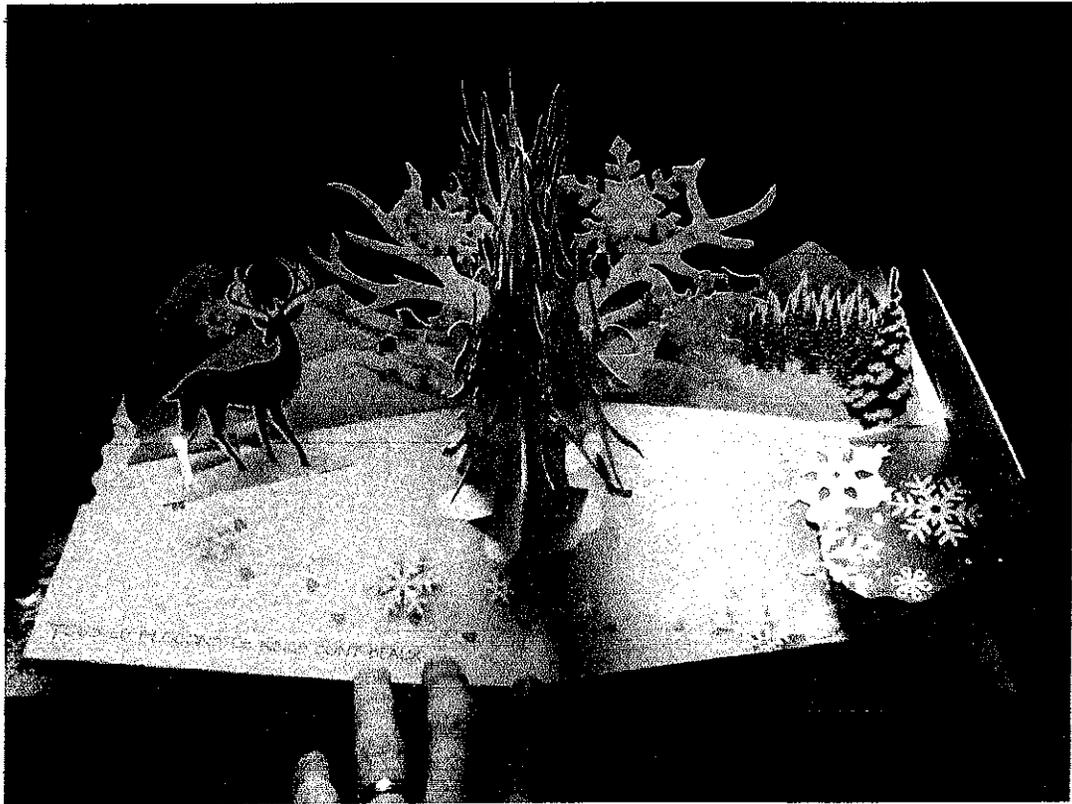
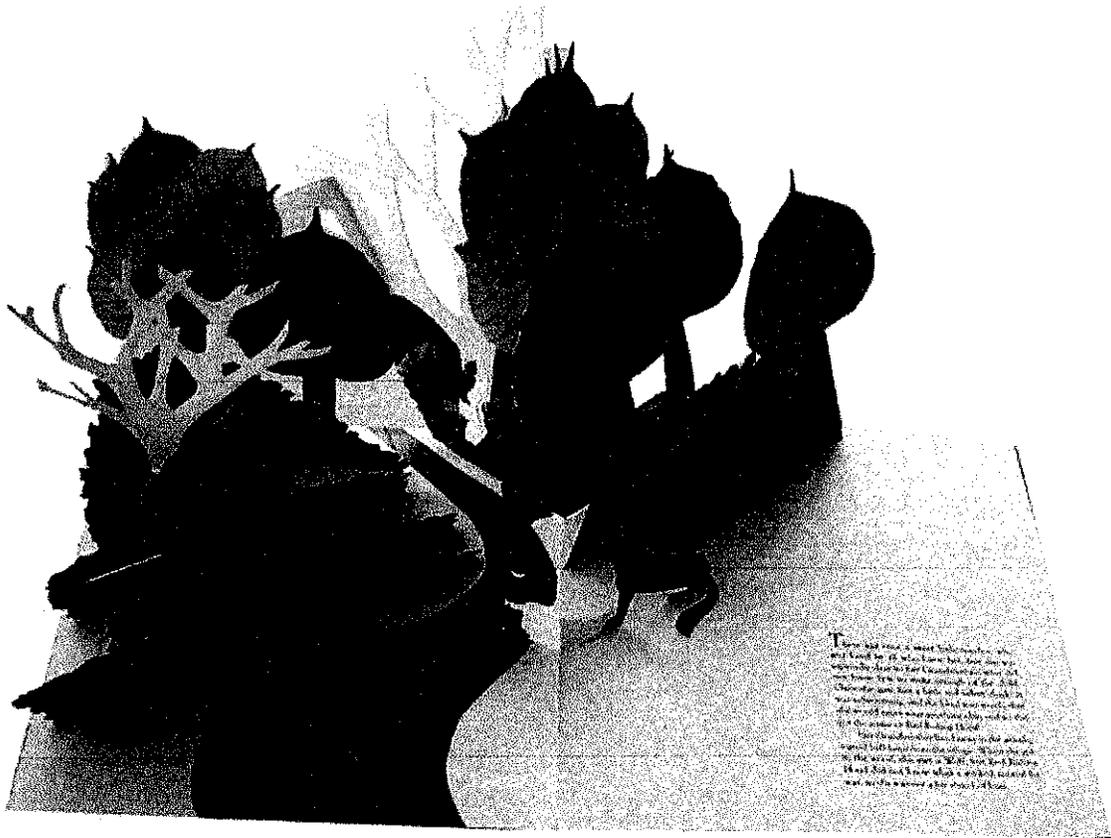


Tradicionalmente, los pop-ups se han visto como poco más que libros infantiles, pero a partir de la década de 1990 han crecido en importancia, principalmente debido a las innovaciones de Robert Sabuda, Matthew Reinhart y de otros grandes ingenieros de papel. Otro ejemplo son los libros de David A. Carter de la serie Insectos en una caja (Bugs in a Box), con ventas combinadas de más de cuatro millones de ejemplares.

En 1987, los cigarrillos Camel lanzó una serie de anuncios Pop-up impresos con técnicas de plegado innovadoras en las que aparece Joe Camel, personaje que identifica a esa marca de cigarrillos. Además, ya que algunas figuras registradas comercialmente se han ido plasmando en libros pop-up, los comercializadores como Eurodisney en 1988, los cigarrillos Camel puede haber iniciado el resurgimiento de interés en los Pop-up.



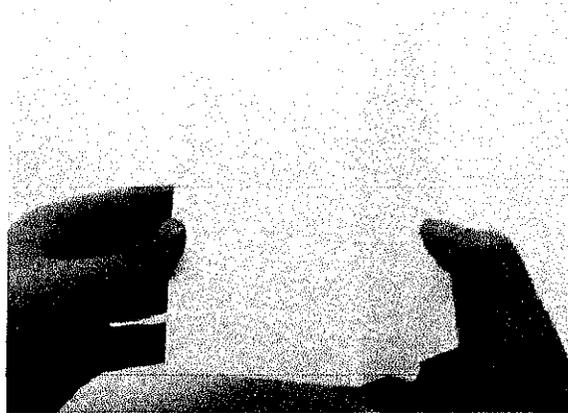




### **Como hacer un libro Pup-up**

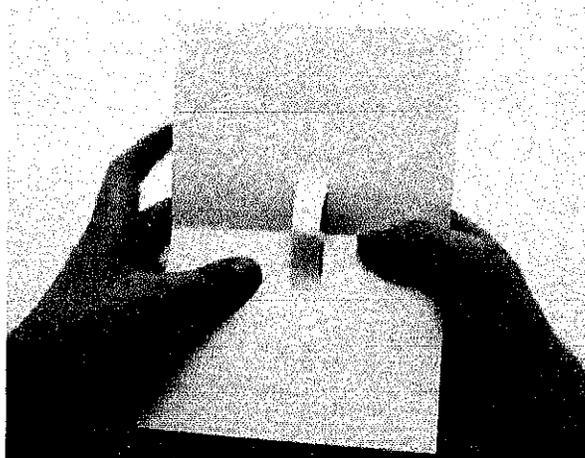
1.- Dobla por la mitad una hoja de papel resistente. Una hoja de papel de construcción de 23 x 30 cm (9 x 12 pulgadas) estará bien pero también puedes usar cartulina o papel de dibujo delgado o de libros de recortes de cualquier tamaño.

El papel debe ser más grueso que una hoja de papel para imprimir. Dobla el papel por la mitad para formar la tapa del libro.



2.- Corta dos ranuras horizontales y paralelas en el centro del papel. Las ranuras deben medir aproximadamente 5 cm (2 pulgadas) de largo y estar separadas a 2,5 cm (1 pulgada). Estas ranuras formarán una lengüeta.

Abre el papel. Coloca el papel en posición vertical de modo que parezca más alto que ancho. Con el dedo, o un lápiz o bolígrafo delgado lleva la lengüeta hacia adelante.

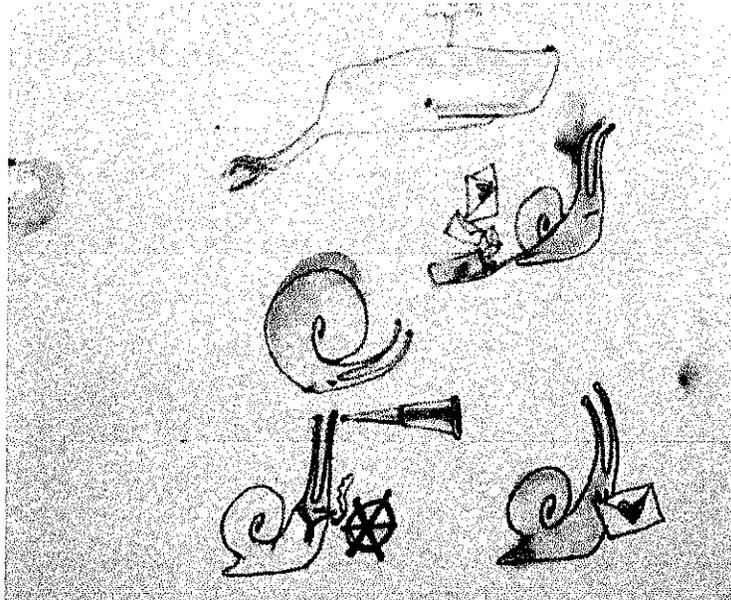


3.- Prepara las ilustraciones. Puedes dibujarlas y colorearlas en hojas diferentes o puedes cortarlas de fotografías, revistas o de libros de fotos y pegarlas en una cartulina de mayor resistencia.

**Asegúrate de que el tamaño de las imágenes que hagas o uses sea proporcional a la hoja. También cerciérate de conseguir todos los personajes e imágenes que necesites para todo el libro, no solamente para una página.**

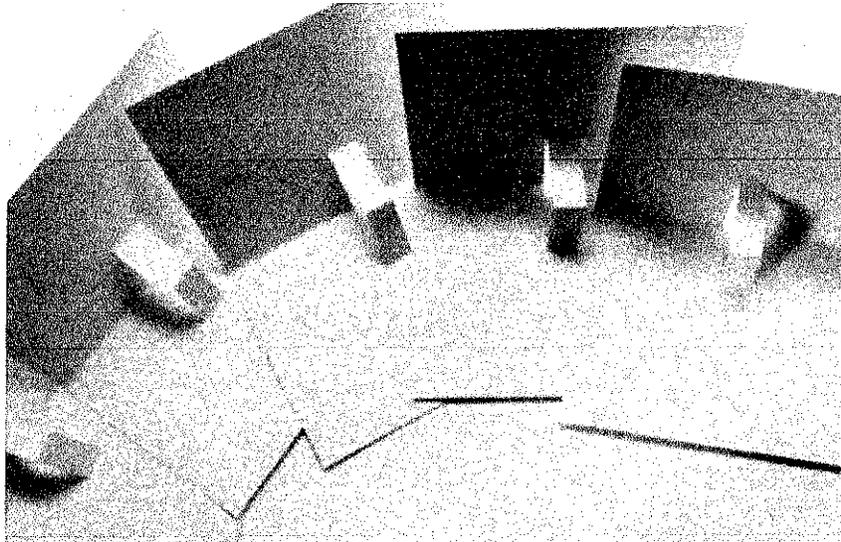
**Deja un espacio libre al final de cada página para escribir el texto. Si quieres que un niño escriba la historia, usa una regla para marcar líneas a fin de que le sea más fácil escribir. También puedes pegar un pedazo de papel de cuaderno a rayas en donde el niño debe escribir.**

**Por otro lado, si tú serás quien escriba el texto, puedes dejar el espacio en blanco o imprimir el texto y luego pegarlo con donde corresponda.**



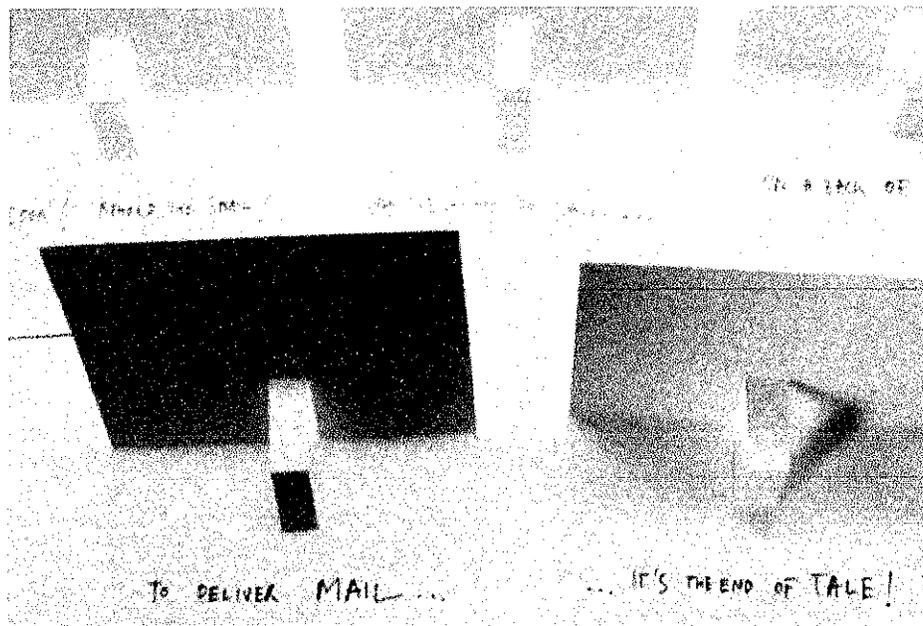
4.- Crea tantas páginas como sea necesario. Usa la misma técnica de doblado y corte para hacer todas las páginas que necesites.

Revisa tu historia. Asegúrate de tener todas las ilustraciones, imágenes y texto bien planeados. También cerciérate de haber creado suficientes páginas.



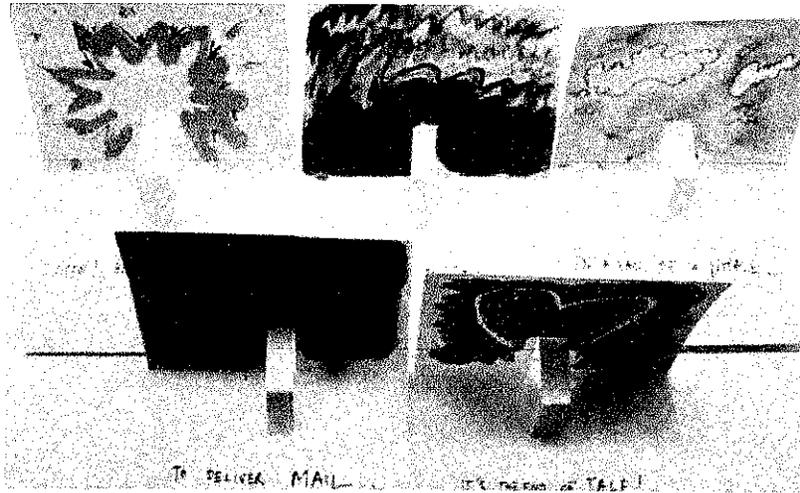
5.- Escribe la historia. Escribe o pega el texto al final de cada página.

Si tienes más texto que espacio, agrega al final de la hoja un pedazo de papel que se despliegue al abrir la página. ¡Problema resuelto!



6.- Decora el fondo de cada página. Utiliza un lápiz para hacer un boceto del fondo antes de colorearlo. No colorea las lengüetas.

Si tienes una buena goma de borrar, borra todas las marcas de lápiz cuando hayas terminado de colorear.



7.- Corta y pega las ilustraciones en las lengüetas. Corta las ilustraciones que creaste y pega la parte de atrás de cada una a la lengüeta correspondiente. Evita que se pegue a la hoja, ya que si se pega, no se levantará.

Si usas goma de pegar líquida, no apliques demasiada. Aplica la goma sobre la lengüeta, no sobre la ilustración. De esta forma, no correrás el riesgo de que se filtre goma por encima o debajo de la lengüeta.



8.- Pega las hojas. Las páginas deben estar pegadas entre sí por la parte posterior. Debes pegar la parte externa superior de la segunda hoja con la parte externa inferior de la primera. La parte externa superior de la tercera debe pegarse con la parte externa inferior de la segunda. Repite esa forma de pegar las páginas hasta que hayas unido todas.

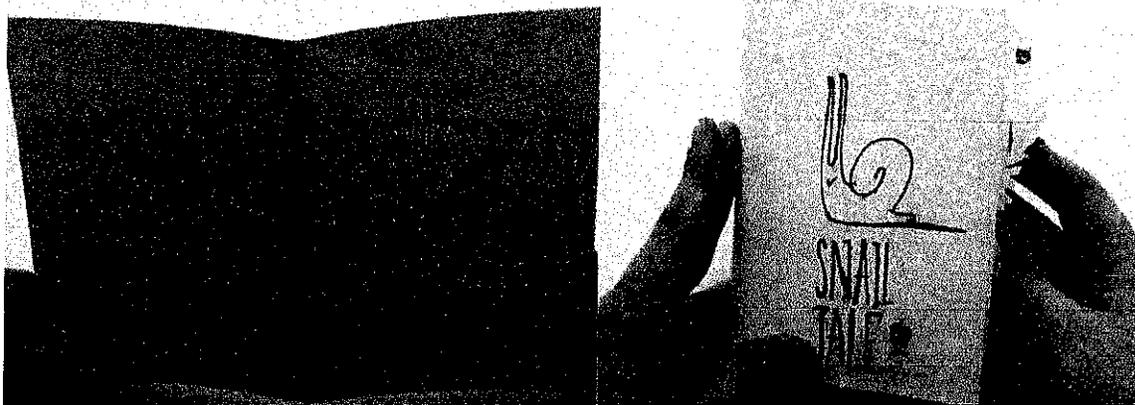
No pegues las lengüetas, ya que si lo haces, no se levantarán.



9- Crea la cubierta externa del libro. Dobra una hoja de papel grueso que sea un poco más grande que el libro. Decora la tapa y la contratapa y luego pega el lado interno de las tapas a las primera y última páginas.

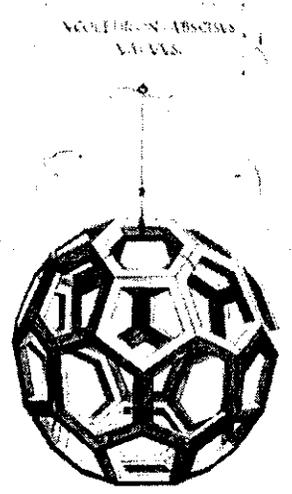
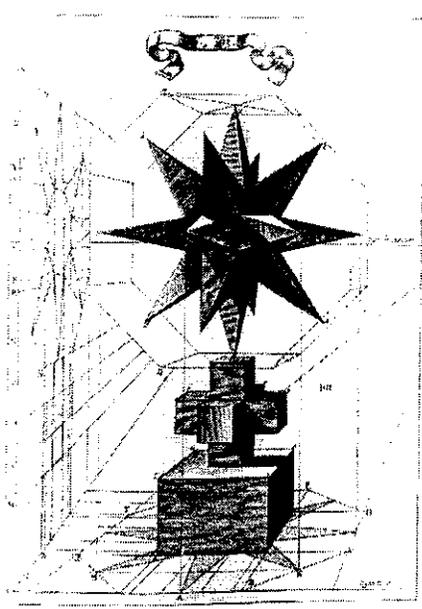
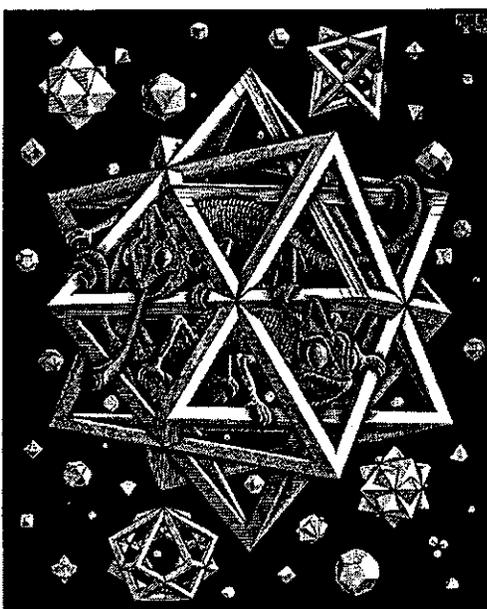
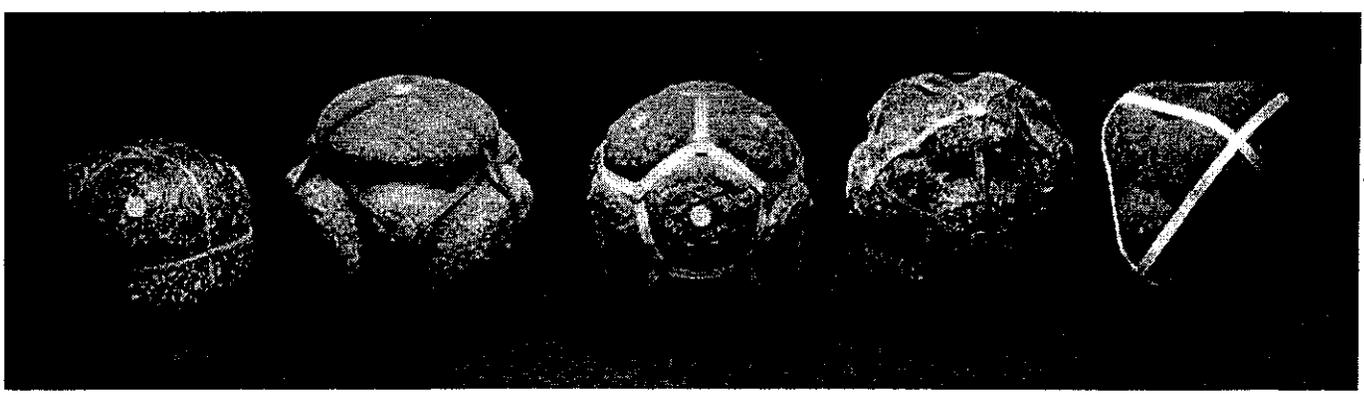
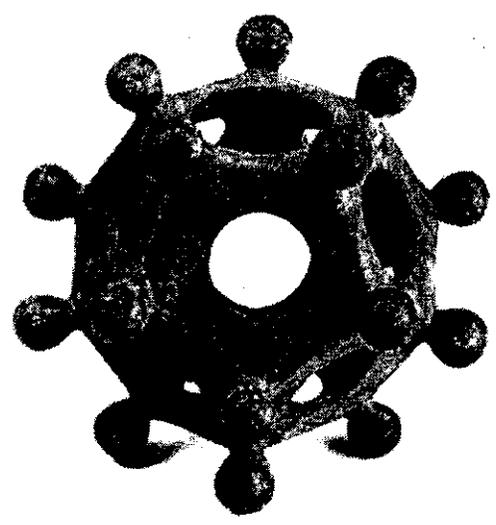
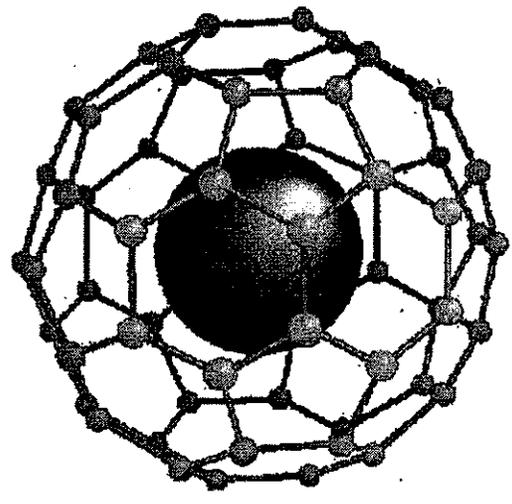
Por supuesto, este paso es totalmente opcional. Si utilizarás el libro como una carta o alguna otra cosa, no necesitarás una cubierta.

¡Disfruta tu libro! Cuando el libro se haya secado, podrás leerlo.

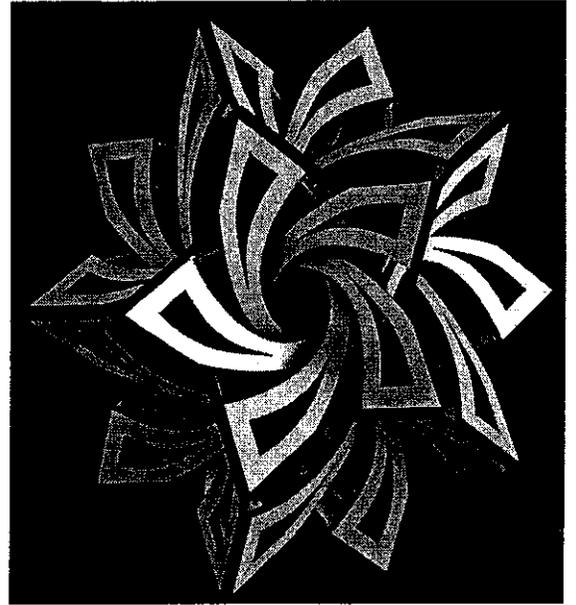
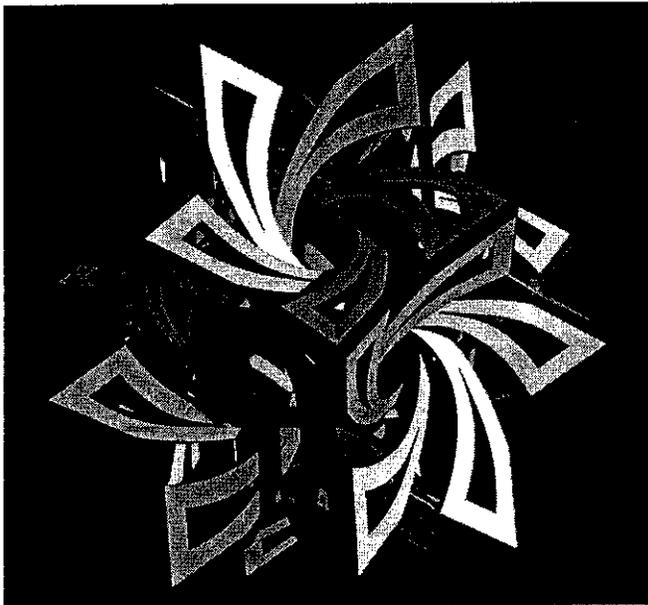
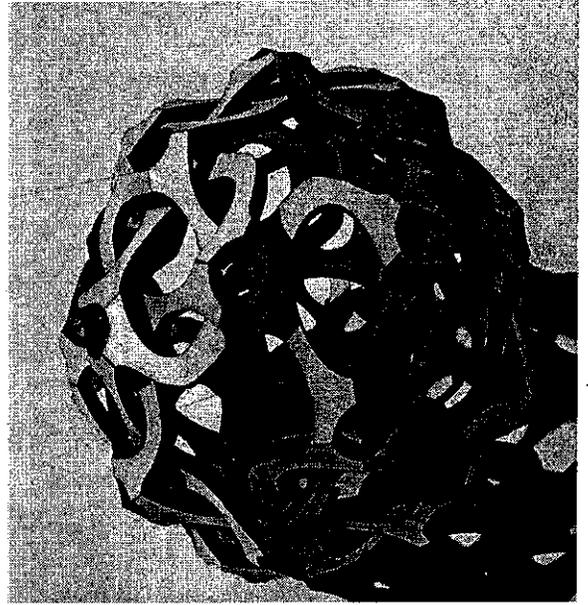
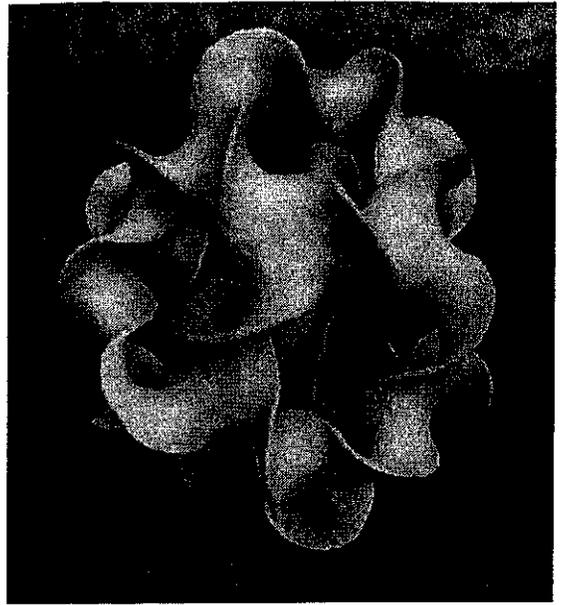


# APÉNDICE. Estructuras poliédricas.

APRECIAREMOS ALGUNAS FIGURAS CONSTRUIDAS EN BASE A LOS POLIEDROS.



NSHH



## BIBLIOGRAFIA

### FUENTES IMPRESAS:

- "BUILD YOUR OWN POLYHEDRA" DE PETER HILTON Y JEAN PEDERSEN (1988, EEUU: ADDISON-WESLEY).
- "USO DE LA MICROCOMPUTADORA Y DEL DOBLADO DE PAPEL EN LA APLICACIÓN DEL MODELO DE VAN HIELE EN LA ENSEÑANZA DE LA GEOMETRÍA EUCLIDIANA EN EL NIVEL MEDIO BÁSICO" DE NORAÍSA GONZÁLEZ Y VÍCTOR LARIOS (1994, MÉXICO: ENEQ, TESIS DE LICENCIATURA).
- "EL DOBLADO DE PAPEL: UNA EXPERIENCIA EN LA ENSEÑANZA DE LA GEOMETRÍA" DE VÍCTOR LARIOS Y NORAÍSA GONZÁLEZ (1997, EN MEMORIAS DEL XIV CONGRESO NACIONAL DE ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS (PP. 43-47), MÉXICO: ANPM).
- "GEOMETRIC EXERCISES IN PAPER FOLDING" DE T. SUNDARA ROW (1966, EEUU: DOVER PUBLICATIONS).
- "UN RECURSO PARA LA ENSEÑANZA DE LA GEOMETRÍA" DE VICENTE CARRIÓN (1993, REVISTA EDUCACIÓN MATEMÁTICA, 5(1):11-45).

- "ENFOQUE DE LA GEOMETRÍA EUCLIDIANA PARA TERCER AÑO CON LABORATORIO" DE GERMÁN LUIS BEITIA (1992, EN MEMORIAS DE LA VI REUNIÓN CENTROAMERICANA Y DEL CARIBE SOBRE FORMACIÓN DE PROFESORES E INVESTIGACIÓN MATEMÁTICA (PP.160-164, PANAMÁ)
- "FOLDING THE UNIVERSE" DE PETER ENGEL (1989, EEUU; VINTAGE BOOKS).
- "PAPER HOUSES" DE ROGER SHEPPARD, RICHARD THREADGILL Y JOHN HOLMES (1974, EEUU)
- "ORIGAMI Y MODELOS GEOMÉTRICOS" DE MÓNICA VALERIA MACHIUNAS (2001, EN MEMORIAS DEL III SIMPOSIO DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA, ARGENTINA: UNIVERSIDAD NACIONAL DE LUJÁN).
- "A MATHEMATICAL THEORY OF ORIGAMI CONTRUCTIONS AND NUMBERS" DE ROGER C. ALPERIN (2000, EN REVISTA NEW YORK JOURNAL OF MATHEMATICS, 6(2000):119-133. URL: [HTTP://NYJM.ALBANY.EDU:8000/J/2000/6-8.HTML](http://nyjm.albany.edu:8000/J/2000/6-8.html)).
- TAKAHAMA, TOSHIE, "CREATIVE LIFE WITH CREATIVE ORIGAMI" VOLUME I (1974).
- A GALAXY IN YOUR FACE, NY TIMES BOOK REVIEW, CHILDREN'S BOOKS SECTION, 11/11/07.
- KASAHARA, KUNIHICO (2004). PAPIROFLEXIA, ORIGAMI PARA EXPERTOS. EDITORIAL EDAF, S. A. (MADRID). ISBN 84-414-0686-3.

FUENTES EN LA RED:

- ORIGAMI MATHEMATICS:

[HTTP://CHASM.METTICK.EDU/~THULL/ORIGAMIMATH.HTML](http://chasm.mettick.edu/~thull/origamimath.html)

- GALERÍA DE ORIGAMI DE TAWAGOTO:

[HTTP://WWW.UNIBASE.COM/~SHASE/GALLERY.HTML](http://www.unibase.com/~shase/gallery.html)

- VALERIA VANN'S DELPHI HOME PAGE OF MOSTLY MODULAR

ORIGAMI:

[HTTP://PEOPLE.DELPHI.COM/VVANN/INDEX.HTML](http://people.delphi.com/vvann/index.html)

- THE GEOMETRY JUNKYARD:

[HTTP://WWW.ICS.UCI.EDU/~EPPSTEIN/JUNKYARD/ORIGAMI.HTM](http://www.ics.uci.edu/~eppstein/junkyard/origami.html)

L

- ORIGAMI AND MATH:

[HTTP://WWW.PAPERFOLDING.COM/MATH/](http://www.paperfolding.com/math/)

- <http://www.merrimack.edu/~thull/combgeom05/handout7.pdf>
- <https://sites.google.com/site/papiroflexiaorigami/modulo-sonobe-pasa-a-paso>
- [www.arteyaprende.com](http://www.arteyaprende.com)
- <https://genial.guru/didactico>

REFERENCIAS CONSULTADAS:

- [HTTP://WWW.INDEXNET.SANTILLANA.ES/SECUNDARIA/RECURSOS/PAY/PLSTICA\\_1\\_ESO\\_TRAZOS.DOC](http://www.indexnet.santillana.es/secundaria/recursos/pay/plstica_1_eso_trazos.doc)

AUTOR: S/A

FECHA DE ACTUALIZACIÓN: S/F

FECHA DE CONSULTA: 25 DE FEBRERO DE 2005-05-31

- [HTTP://WWW.UNIVERSIDADMAGNA.EDU.MX/VIDAUNIVERSITARIA/](http://www.universidadmagna.edu.mx/vidauniversitaria/)

(FOTOGRAFIAS)

AUTOR: S/A

FECHA DE ACTUALIZACIÓN: S/F

FECHA DE CONSULTA: 27 DE FEBRERO DE 2005

- WONG, WUCIUS. FUNDAMENTOS DEL DISEÑO. G GILI S.A. DE C.V., MÉXICO, 2002, PP.247-250
- CHING, FRANCIS D.K. ARQUITECTURA. FORMA, ESPACIO Y ORDEN ED. GUSTAVO GILI S. A. DE C.V. MÉXICO, 1998
- WONG, WICIUS. FUNDAMENTOS DEL DISEÑO. ED. GUSTAVO GILI, S.A. DE C.V. MÉXICO. 1995
- EL ABC DE LA BAUHAUS Y LA TEORÍA DEL DISEÑO ELLEN LUPTON Y J. ABBOT MILLER