



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE ARTES PLASTICAS

EL CUADROCTAEDRO
UNA CONCEPCION GEOMETRICA
EN ORIGAMI

TESIS QUE PARA OBTENER EL TITULO DE LICENCIADO
EN ARTES VISUALES PRESENTA

JOSE GREGORIO LEON ENRIQUEZ

DERECHOS RESERVADOS
MEXICO, D. F., 1989



DIRECCION
ESCUELA NACIONAL DE
ARTES PLASTICAS
AV. CONSTITUCION No. 600
Xocoimilco 20, D. F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

INTRODUCCION - - - - -	1
CAPITULO I - - - - -	4
cubismo - - - - -	6
abstracción expresiva	
neoplasticismo	
suprematismo	
constructivismo	
minimal art - - - - -	7
CAPITULO II - - - - -	16
¿esculturas en papel u origami? - - - - -	18
cuerpos geométricos en origami - - - - -	19
El cuadraoctaedro.	
definición. etimología - - - - -	22
historia - - - - -	23
CAPITULO III - - - - -	25
Proceso de confección de un modelo	
en origami del cuadraoctaedro - - - - -	26
CAPITULO IV - - - - -	59
redes geométricas - - - - -	60
CAPITULO V - - - - -	64
domo poliédrico mono-reticular - - - - -	66
domo poliédrico bi-reticular I - - - - -	68
domo poliédrico bi-reticular II - - - - -	71
CAPITULO VI - - - - -	74
El cuadraoctaedro convexo - - - - -	75
CONCLUSIONES - - - - -	77
FOTOGRAFIAS - - - - -	79
BIBLIOGRAFIA - - - - -	84

INTRODUCCION

Cierto día, cuando llegué por primera vez a la Escuela Nacional de Artes Plásticas y caminaba por el pasillo que comunica con la Sección Amarilla de la misma, me llamó la atención un letrero pegado en la pared por un grupo de estudiantes en el que manifestaban su inconformidad por que en la escuela, siendo esta una escuela de arte, se impartieran de manera obligatoria las materias de geometría y perspectiva isométrica.

Confieso que en cierta forma experimenté una sensación de solidaridad con éstos, pues me parecía que en efecto, el estudio de la geometría, y en particular de la perspectiva isométrica no eran materias propias de una escuela de arte.

Para esto recordé a Goya y sus caprichos, además de sus pinturas negras y los fusilamientos del 3 de mayo. De la misma forma el Greco me daba la razón, junto con Rembrandt o Veermer y tantos otros grandes artistas que nos han legado hermosas obras en las cuales ni por equivocación asoma expresamente la rígida y desdeñada geometría.

El solo pensar que al contemplar estas pinturas y encontrar de pronto un cubo, un tetraedro o un cilindro dentro del contexto artístico de la obra era tan extraño como imaginar un apacible lago surcado, en lugar de cisnes, por un tropel de parábolas, polígonos y poliedros.

Pero no es extraña esta actitud inicial cuando no se ha llevado una educación visual previa.

Fuera de la escuela nuestra preparación es selectiva y se guía de acuerdo a nuestros gustos y necesidades, haciendo de lado todo aquello que represente un obstáculo a nuestra creatividad.

La geometría en este caso, como podría ser cualquier otra cosa material o circunstancial, nos impone ciertas restric--

ciones cuando nos proponemos realizar un trabajo de tipo expresionista en el que lo que nos interesa es manifestar nuestra personal forma de interpretar el mundo. Esto es, un joven influido por los exponentes de esta corriente deseará -- dar rienda suelta a sus sentimientos e ideas via la creatividad, sin tener que atender a normas rígidas que nos dicen -- que por un punto sólo puede pasar una recta "y sólo una".

El mundo de las ideas es tan vasto y complejo que, tomando como base el temperamento y las condiciones emocionales de un artista que se ha creado a sí mismo sin tener que acudir a una escuela, la regla anterior sólo crearía confusión y angustia, pues si geoméricamente dos puntos sólo pueden ser -- relacionados con una recta "y sólo una", la creatividad, unida al temperamento pueden obrar maravillas con este concepto transformándolo, modificándolo y dándole un enfoque tan personal que, si como dice la geometría el camino más corto entre dos puntos es una recta, el artista plástico puede concluir en que también puede ser una curva.

Claro, si nuestras bases de geometría van más allá de la geometría del plano, nos daremos cuenta de que lo anterior -- no es tan descabellado, pues si estos dos puntos están situados en una esfera y nuestra línea recta debe unirlos, una de las opciones es que ésta adopte la forma curva de la superficie de aquella.

Pero, volviendo al tema que nos ocupa, la apariencia de -- las cosas suele engañar hasta al más versado. Por ejemplo, -- nosotros percibimos los objetos del mundo circundante de manera integral. Esto es, si observamos una mesa diremos que -- ella está integrada por una superficie plana y lisa, y por -- cuatro patas, o dos o una, según sea la naturaleza de la mis

ma.

Si miramos de cerca su superficie lisa y llana, nos da ésta la impresión de ser sólida e impenetrable. Pero esto es sólo una ilusión. Esa aparente solidez e impenetrabilidad se verían fácilmente socavadas por nosotros si echamos mano de un microscopio y desentrañamos con él su estructura interna.

Lo mismo sucede en el arte con una obra.

Si no contamos con la información previa ni la disposición para comprenderla, simplemente la observamos y percibimos en ella sólo aquello que nosotros queremos ver, sin reparar en que ésta cuenta también, como decíamos en líneas anteriores, con una estructura interna que es la que determina que los objetos representados en ella adopten las formas y disposición que son características de una obra o estilo dado.

A esto es a lo que en pintura se denomina "composición", - cuya observancia es básica en la ejecución de la obra artística porque, sirviéndonos de ella, vamos a disponer y a situar nuestros elementos dentro del espacio bidimensional que configura el cuadro. Para ello deberemos hacer una serie de trazos en la superficie de éste, los cuales irán formando poco a poco una red geométrica en cuyas áreas quedarán ubicadas las figuras del tema objeto de nuestra obra.

No debemos olvidar que la geometría es la ciencia que se encarga de estudiar las propiedades de la extensión, como son la línea, el plano y el volumen, y que antes de pensar en elaborar un trabajo, debemos considerar las relaciones que se dan entre éstas y las figuras tema de nuestro trabajo, con lo cual, si no se termina una obra, al menos llevaremos un buen comienzo.

CAPITULO I

Para tener una idea de lo que la geometría ha aportado al arte contemporáneo, en el presente capítulo haremos una recapitulación de aquellas corrientes que han dado origen, y mediante las cuales se ha desarrollado el concepto de abstracción geométrica, la cual, aunque con distintas definiciones, interpretaciones e incluso intenciones, de acuerdo a la corriente respectiva, ha llegado hasta nuestros días investida con las características formales y teóricas del constructivismo y el minimal art.

Como todos sabemos, el punto de partida del arte moderno está representado por la aparición del impresionismo, corriente en la cual se desliga a la pintura de la esmerada representación tradicional para poner un mayor énfasis en el color y en la luz, sin romper aún con la representación objetiva.

De las diferentes reacciones que esta corriente suscita, a saber, la sentimental, la decorativa y la estructural, es a esta última a la que corresponde ser la generadora de toda una revolución conceptual y estética, ya que a partir de ella, y aún cuando ésta se ve reducida a la simple ruptura de la perspectiva tradicional, da pie para el surgimiento de otras corrientes que trascenderían a la simple representación objetiva, para situarse dentro del ámbito de la creación pura, entendida ésta como una actividad estética encaminada a la producción de objetos bi y tridimensionales que representarían algo nuevo dentro de la cotidianidad habitual del entorno humano.

Algunos abogarán por el desmantelamiento de las bases tradicionales del arte por resultar obsoletas dentro de su concepción estética, a la vez que niegan validez a los fenóme--

nos visuales del mundo circundante, como en el suprematismo, mientras que otros, como los neoplasticistas y constructivistas, reivindican la solidez del mundo material, aún cuando - sus obras sean formalmente más abstracto geométricas que figurativas.

A continuación haremos un breve bosquejo de la evolución - que ha experimentado el concepto de abstracción geométrica, comenzando por el cubismo y finalizando con una de sus expresiones más elaboradas, dadas sus características de simplicidad y claridad, como es el minimal art.

CUBISMO

El cubismo es una de las primeras corrientes que trata de recuperar la concepción geométrica en la creación de la obra de arte.

Originado como una reacción de tipo estructural respecto al impresionismo, este movimiento plantea la necesidad de estructurar el espacio dentro del plano mediante la utilización de elementos geométricos que para la organización de las entidades de la naturaleza son de uso constante.

Cezanne repararía alguna vez en la necesidad de ver en la naturaleza el cilindro, la esfera y el cono. Hoy en día diríamos que no sólo estas tres entidades geométricas se pueden apreciar en ella y que este uso de la geometría por parte de la naturaleza no es casual, sino que esta ciencia es piedra angular en la organización de los seres vivos y la materia inerte, por lo que no es extraño observar que las moléculas de los cristales de nieve se agrupan en muchos casos de manera hexagonal, forma que también es adoptada por las abejas en la construcción de las celdillas de sus panales.

Con Cezanne se sienta el precedente y las bases de una corriente que estaría llamada a ejercer una influencia decisiva en el arte moderno y contemporáneo, las cuales, unidas a la revaloración del arte negro y las artes primitivas, conduca a Pablo Picasso a la consolidación definitiva del cubismo, al crear su célebre obra LES FEMOSILLES D'AVIGNON, cuadro en el que ya se manifiesta la influencia cezanniana y del arte negro.

Muchos han sido los artistas que se han avocado a la práctica y continuación del cubismo después de Cezanne y a la par de Picasso, entre los que destacan George Braque y Juan Gris.

ABSTRACCION EXPRESIVA. NEOPLASTICISMO. SUPREMATISMO. CONSTRUCTIVISMO. MINIMAL ART.

Pero con todo y la gran obra realizada por los cubistas, y a pesar de haber tenido multitud de seguidores, en el ambiente se advertía un aire de excitación y búsqueda.

Dentro de este clima de efervescencia intelectual y artística no se hicieron esperar los ataques a los límites impuestos por el cubismo, pues era esta una corriente que se quedaba en la simple anécdota analítica -decían sus detractores- sin ver más allá de lo objetual.

Con todo y su ruptura con la perspectiva tradicional, el cubismo seguía atado a la representación estilizada de los fenómenos visuales del mundo objetivo.

Era cierto que esta corriente representaba sólo una fase de un proceso más amplio que desembocaría inevitablemente en la abstracción, tanto expresionista como geométrica, pero -mientras tanto, artistas como Piet Mondrian, Kasimir Malevich y Naum Gabo y Antoine Pevsner, por mencionar sólo algunos, percibían ya los verdaderos problemas que eran el trascender la forma que adoptan los objetos del mundo real para encontrar en ello la construcción interna de la naturaleza, y desligar el arte de los sucesos materiales, sociales y religiosos para que recobrase éste su verdadero valor, su valor real en cuanto a producto del intelecto.

Kandinsky es uno de los primeros, si no es que el primero, en reparar en que para que una obra genere una reacción emotiva en el espectador, no es necesario que ésta describa una realidad concreta, pues tanto el color como la forma tienen la capacidad intrínseca de generar toda una amplia gama de emociones por sí mismos, sin estar supeditados a la represen-

tación objetiva.

Esta concepción, derivada de su "apocalíptica revelación" cuando descubre elementos armónicos y expresivos en una de sus pinturas al estar ésta en una posición no habitual para el artista, le conducen a concebir lo que posteriormente denominaría "expresionismo abstracto", pues para él, todo arte debía expresar alguna emoción profunda o experiencia espiritual dada.

Casi de forma paralela, Mondrian, precursor del neoplasticismo, llega a la conclusión de que la naturaleza, en su infinita variabilidad, mantiene patrones lógicos en su desarrollo, y que el estudio de éstos, dará al artista la clave de su construcción interna.

Esos patrones, esas leyes, ese orden con que la naturaleza recrea la realidad a cada momento, será desde entonces el objetivo del neoplasticista para encontrar una expresión plástica, un equivalente plástico con que evidenciar estos procesos que se dan a la sombra de la apariencia de los objetos.

Por lo tanto, su filosofía no desechará jamás ni negará la realidad material, pues su arte se alimenta precisamente de ella.

Todas sus concepciones, sus inferencias y planteamientos - estarán encaminados a confirmar la presencia y solidez del mundo concreto y a anunciar el nuevo arte que tantas polémicas suscitará en lo futuro.

Como movimiento, diremos de paso, el neoplasticismo o De Stijl, como mejor se le conoce, no se limitó sólo a la pintura sino que incursionó con mayor fortuna en la arquitectura, el mobiliario, las artes decorativas y la tipografía.

Con el advenimiento del suprematismo y su "desierto colmado por el espíritu de la sensación no objetiva", el mundo material pierde terreno.

Los fenómenos visuales del mundo circundante son para ellos de escaso valor e interés.

Su atención la ocupa desde este momento la sensibilidad. - La sensibilidad como rectora del quehacer artístico. La abstracción geométrica en su forma más pura como medida del arte creativo.

No más pintar la vida cotidiana. No más cuadros ni ilustraciones de mitos y costumbres relacionados con tal o cual civilización.

La sensibilidad pura es ahora la herramienta de que echará mano el suprematista en su afán por llenar el hueco que le asfixia y en su tarea de transformar el mundo del arte.

Pareciera que con esta forma de pensar se quisiese borrar de un plumazo todo el largo proceso y añeja tradición académica que le han llevado a concebir a este nuevo tipo de artista, un mundo dominado por la geometría, la abstracción y el sentimiento. Pero recordemos que para ellos todo lo inmediato, todos los objetos del mundo material y hasta la figura humana, símbolo del renacimiento, han envejecido ya de tan trillados.

Qué más se podría añadir. Qué más se podría aportar a nuestra civilización en cuanto a experiencia visual, si las artes de la fotografía y el cine escudriñan la vida social y cultural de los pueblos, y las técnicas de reproducción gráfica saturan el ambiente con sus reproducciones.

Qué puede ofrecer el artista plástico que no sea la figura humana tan estudiada ya por la tradición, o el paisaje exótico

co que causara furor en las salas de cine.

-Quedaría la opción del cubismo o el expresionismo- afirmáramos cándidos. Pero no hay que olvidar que nos enfrentamos a un suprematista, a un artista dotado de visión y de ambición por conocer, más de lo que conoce, el mundo sobre el -- que habita.

Es este mismo que desdeña la representación, la descripción y la ilustración de cosas que ya le son familiares. Este al cual ni el cubismo ni el futurismo han convencido del todo, uno por anecdótico y el otro por pretensioso.

¿Qué es lo que busca entonces? La respuesta es simple. Busca crear, en el sentido estricto del término. No en vano puso a temblar a la crítica cuando propuso como punto de partida de su arte un cuadrado negro sobre un fondo blanco. ¿Qué mejor prueba de creatividad?.

Claro que a algunos escépticos podría parecernos una solución muy sencilla y simple, pero nuevamente habría que recordar aquí que estas precisiones, estas definiciones, no se -- dieron sólo en el campo de la práctica donde sí pueda resultar bastante simple y hasta desconcertante, sino que también hubieron de ser debatidas en el campo de la teoría, campo al que si no se entra bien protegido puede sufrirse un buen revés.

Finalmente diremos que con este movimiento, el artista ya no se halla limitado a expresar su concepción plástica sólo a nivel del plano, sino que, por ser éste de creación abstracta, y más propiamente geométrica, su necesidad estética le obligará a pasar de aquel al volumen, al espacio tridimensional, como consecuencia lógica del manejo de elementos y -- conceptos de naturaleza axiomática. Pues qué es un cuadrado

negro sino eso mismo, un cuadrado negro que no requiere de explicación alguna por ser éste una verdad evidente en cuanto a su forma.

Por otro lado, y dentro de esta misma ebullición de ideas que se respiraba en el ambiente artístico de la época, surge el constructivismo. Movimiento que ni es síntesis estricta de los movimientos anteriores, pero que tampoco es la negación total de los mismos.

Es simplemente un producto lógico (híbrido, diríamos aquí) con grandes posibilidades de trascender dada la naturaleza conciliatoria de los elementos formales y teóricos que lo conforman

Los constructivistas aman la vida, y quisieran penetrar en ella a fin de descubrir las leyes que la rigen, pero no es su meta la representación objetiva.

La apariencia exterior de los objetos no es motivo de inquietud para ellos tanto como lo es el tiempo y el espacio, de los que el futurista dijese alguna vez eran los muertos de ayer.

No eran antifuncionalistas en el sentido de que pensaban que todo arte, toda manifestación artística tenía una función que cumplir dentro de la sociedad, fuese ésta socialista, comunista o capitalista. Pero sí se oponían a la opción del constructivismo práctico o funcional de los productivistas que pregonaba el trabajo constructivo como una expresión comunista que encaminaría sus pasos a la creación de cosas útiles para el ser humano tales como sillas, mesas, hornos, etc.

El ideal del constructivista iba más allá de las necesidades humanas inmediatas como eran el sentarse a comer en un

ambiente especialmente ideado y construido para este fin. -- No. El ideal de este artista era más global, más integral. - Y quizá la idea no era tan propia del constructivista como - lo fue del neoplasticista que ya preveía, antes que aquel, - la necesidad de unificar las disciplinas artísticas para la construcción y transformación del mundo.

Para ello, tanto la pintura como la escultura y arquitectura debían trabajar como una sola entidad que permitiese sorprender a la realidad en sus procesos más íntimos para, de esta forma, contar con elementos de creación o de construc--ción de sus obras. Obras estas que deberían presentar una -- realidad diferente, una creación original como producto que eran del intelecto humano. O, parafraseando al suprematista, la obra de arte como un producto no habitual y hasta extraño en relación a la realidad objetiva.

Para finalizar este capítulo sólo nos resta hablar del Minimal Art, tendencia en la cual se llega al máximo de simplicidad estética en el espacio tridimensional.

En realidad, el término Minimal Art fue muy debatido en su tiempo ya que el filósofo Richard Wolheim a quien éste se debe, sólo quiso referirse, al hablar de ellos, al bajo contenido artístico de "una clase especial de objeto artístico -- del siglo XX" que construían los artistas de la década de -- los sesentas, sin reparar en las características estilísti--cas que pudieran presentar éstos.

Aunque algunos críticos estiman como más conveniente el -- término de Arte Estructuralista, derivado de una exposición de artistas norteamericanos llevada a cabo en el Jewish Mu--seum de Nueva York, en 1966, el concepto de Minimal Art no --

ha venido a menos, pues si bien en el tipo de esculturas propias de esta corriente se advierte el afán por el énfasis en la estructura y en el espacio que se propone como propio e inherente a ellas, no dejan de ser menos evidentes las características de simplicidad, claridad y el alto grado de acabado que éstas presentan, todo ello aunado a un marcado antiilusionismo y un énfasis en su carácter no referencial.

Debemos hacer notar que, para los objetivos que nos hemos planteado en este trabajo sólo hemos puesto especial atención respecto al neoplasticismo, el suprematismo y el constructivismo, por ser estas las tendencias más significativas que -- tanto teórica como formalmente han expresado en su desarrollo el ideal de la abstracción geométrica. Unos dándole el carácter de equivalente plástico del universo, otros imbuyéndola -- de la sensibilidad pura y los últimos, restituyendo al espacio y tiempo su categoría de elementos plásticos. Sin olvidar, claro está, el papel básico y generador desempeñado por el cubismo que, aunque limitado en su visión respecto a éstos últimos, es el punto de partida del arte contemporáneo.

Hay sin embargo un aspecto de mucha importancia que hasta el momento no se ha manejado en el presente desarrollo temático y es el nombre del artista o los artistas, en relación a las tendencias que precedieron.

En este breve bosquejo se habla del neoplasticista, el suprematista y el constructivista cual si se tratara de prototipos de sus respectivas tendencias de una manera que podría parecer bastante general o ambigua.

Lo anterior obedece primero a la comodidad que implica el -

manejar de manera abstracta las situaciones y sucesos que se originaron en este período del arte. Y en segundo lugar, a -- que al no ser el artista un ente aislado en la sociedad, obviamente recibe influencias de las personas que están más -- cerca de él y con las cuales se siente identificado, motivado y comprometido en la consecución de sus fines respectivos.

De esta manera, dentro del neoplasticismo o De Stijl, como mejor se le conoce, nos encontramos con la figura imponente de Piet Mondrian, artista inquieto que antes de acceder a -- los planteamientos de esta corriente, experimentó en diversos movimientos muy en boga en su tiempo como lo fueron el -- impresionismo, el fauvismo y el cubismo.

Mondrian, de espíritu inquieto y mente analítica, no tarda en reconocer las limitantes de aquellos y es cuando, al conocer la obra del filósofo holandés M.H.J. Schoenmaekers, se da a la tarea de estructurar un sistema teórico y plástico para interpretar los fenómenos primigenios de la naturaleza, -- empresa en la que le acompañan otros artistas que brillan -- con luz propia entre los que destacan Theo Van Doesburg, a -- la sazón piedra angular de De Stijl; Bart der Leck, cofundador del movimiento y George Vantongerloo. Además de los arquitectos J.J.P. Oud y Robert Van't Hoff, entre otros.

En cuanto a Málevich y el suprematismo, tal parece que aquel llegó de modo propio a la concepción de su sistema teórico-plástico. Es decir, sin la influencia directa de otras -- personas como en el caso de Mondrian y Schoenmaekers, lo cual es más loable y nada imposible, pues según se desprende de -- la lectura de su manifiesto, Malevich era ante todo un intelectual, poseedor de una vasta cultura la cual le condujo de

igual manera a anteponer la sensibilidad al arte creativo -- que a desligar a éste, mediante un claro análisis, de la temporalidad de su funcionalismo.

Cabe mencionar que entre los iniciadores de esta corriente, además de Malevich, se encontraban dos artistas más, a quienes veríamos después como protagonistas del grupo productivista. Ellos son Vladimir Tatlin y Alexander Rodchenko.

por otro lado, y ya dentro del constructivismo, se da la síntesis del enfoque científico respecto al arte, o, si se quiere, la interpretación artística de la práctica científica, dadas las diferentes formaciones de sus dos principales precursores, Naum Gabo y Antoine Pevsner. Hermanos ambos que a una edad temprana optan por caminos diferentes. El primero de ellos con estudios de física e ingeniería civil realizados en la Universidad de Munich, y el segundo, de formación artística en las academias de arte de Kiev y San Petersburgo.

Separados en un principio por razones de tipo profesional, al llegar a Moscú procedentes de Oslo, intercambian experiencias, lo cual da por resultado la publicación de su Manifiesto del Realismo, documento en el que dan a conocer los planteamientos de lo que sería el movimiento constructivista.

CAPITULO II

Como hemos podido apreciar, el papel desempeñado por la geometría en el arte contemporáneo ha venido de menos a más, pues, como decíamos en párrafos anteriores, el plano y el espacio son la base de la creación del artista plástico, además de ser ésta una ciencia cuya influencia va más allá de las fronteras del arte para internarse en todos los planos de la vida cotidiana, desde el diseño industrial que nos proporciona entre otras cosas de artículos y accesorios adecuados para la vida diaria, hasta la arquitectura, cuya principal misión es dotar al hombre de espacios habitables acordes con las distintas actividades que éste desempeña en su vida social.

El origami, por otro lado, y a pesar de su carácter de pasatiempo pueril a que hasta ahora se ha visto relegado, mantiene un potencial teórico y práctico que podría ser de utilidad tanto al estudioso de la geometría como al artista, ya que, además de las figuras y cuerpos geométricos que con su ayuda podemos elaborar, las redes resultantes de los mismos presentan tal variedad de diseños que en muchos de los casos nos veremos tentados a llevar al plano del dibujo.

Como una muestra de lo anteriormente expuesto, en el capítulo IV, que se refiere al análisis modular de la red geométrica del cubo, incluimos también las redes resultantes de los procesos de confección del tetraedro, el cubo y el octaedro.

Mientras tanto, en el presente capítulo, trataremos en primer lugar, de determinar las características y las diferencias existentes entre las esculturas y los trabajos en papel doblado, para, a continuación, hacer una relación de los po-

lledros susceptibles de ser elaborados con base en esta técnica, especialmente del cuadraoctaedro, cuyo proceso de confección veremos en capítulo posterior.

¿ESCULTURAS EN PAPEL U ORIGAMI?

Al consultar el fichero de la biblioteca de esta escuela - para buscar información del tema que nos ocupa, me llamó la atención una ficha que registraba un título curioso y raro, por no decir audaz.

"Esculturas en papel", era el título en cuestión.

Curioso y raro porque de acuerdo a la idea que se tiene de la escultura, siempre se piensa en ella como un objeto de -- constitución sólida cuya masa nos anticipa su peso y estabilidad.

Audaz, porque el papel es un material tan delicado, tan dócil y frágil, que me parecía poco adecuado que se pretendiera dar este nombre a los pedacillos de hojas de papel retorcidos o articulados en mil dobleces formando figuras diminutas.

La escultura sólida tiene su lugar, tiene su entorno que, siendo éste interior o exterior, siempre se le percibe a aquella como un elemento más ya sea del paisaje o de la decoración. La "escultura en papel", sin embargo, no tiene las mismas cualidades. Es ésta tan pequeña y vulnerable que la más leve brisa podría humedecerla y tirarla, o el niño menos mal intencionado podría dañarla con sus manos.

La diferencia y la audacia que se percibe en ello no es -- más que un matiz, una disonancia que nos hace vacilar entre si llamar o no "escultura" a algo que definitivamente no corresponde al concepto general que priva al respecto, pues en líneas anteriores nos hemos dado cuenta que no se corresponden tanto en entorno como en materiales y cualidades. Por lo tanto, para evitar futuras confusiones, es conveniente continuar llamando origami o papiroflexia a los trabajos en papel doblado.

CUERPOS GEOMETRICOS EN ORIGAMI

El origami en Japón, su país de origen, en un principio -- fue utilizado como un arte dedicado tanto para fines místicos como de recreación.

Con él se confeccionaban desde adornos para los santuarios shintoístas hasta complicadas decoraciones para interiores, que estaban destinadas a proporcionar el confort y delicadeza de que han hecho gala a través del tiempo los hogares japoneses.

En occidente, en cambio, se le ha reducido a un pasatiempo y labor manual infantil con fines, en el mejor de los casos, didácticos.

No es raro observar esta actitud, ya que a esta disciplina artística siempre se le ha visto como un mero entretenimiento, pues con ella se pueden elaborar un sinnúmero de objetos se mejando animalitos, enseres domésticos, y, en menor proporción, cuerpos geométricos.

Es sobre estos últimos que nosotros hemos encaminado nuestra atención para proponer el poliedro motivo de este trabajo. Pero, antes de adentrarnos en su proceso de confección, haré algunas observaciones acerca de otros cuerpos que también es posible elaborar con el origami, como son el tetraedro, el cubo y el octaedro irregular, al cual llamaremos aquí octaedro isóceles, por estar compuesto de triángulos de éste tipo, para diferenciarlo del octaedro regular, el cual se integra de triángulos equiláteros.

De estos tres sólidos, el tetraedro es el que mayor estabilidad y definición, en origami, presenta. Su belleza y magnífica articulación hacen de él una pieza digna de ser elaborada y estudiada. Dentro de su proceso de confección, cada línea, resultante del doblez respectivo, está llamada a ser de

cisiva para su posterior armado.

No sucede lo mismo con el cubo y el octaedro isóceles.

El primero es un tanto indefinido. Aunque en su configuración general se puede apreciar la figura del cubo, su estructura es más bien indecisa. Falta precisión en las líneas, y en la mayoría de sus caras, hay elementos resultantes del mismo proceso que distraen nuestra atención y obstaculizan la percepción integral del poliedro.

Por último, el octaedro isóceles, al igual que el cubo, y a pesar de que dentro de la geometría del espacio estos dos poliedros son de una belleza indiscutible en cuanto a su forma y estructura, al ser llevados al plano del origami pierden un poco de sus cualidades formales y estéticas. Su solidez y estabilidad se ven menguadas por carecer de una solución que les retribuya su forma habitual.

El octaedro isóceles al igual que el cubo, como decíamos en líneas anteriores, presenta una forma identificable como tal, pero sus líneas carecen de unidad y en dos de sus aristas horizontales, opuestas ambas, volvemos a encontrar elementos que no están integrados debidamente a la forma general del poliedro.

No quiero decir con esto que el intento de llevar al papel doblado los sólidos geométricos sea ociosa o infructuosa. -- Más bien trato de recalcar la laboriosidad e ingenio que se requieren para practicar este difícil arte, pues para dar solución en origami a un cuerpo geométrico se requiere paciencia, tenacidad y un poco de geometría.

No es fácil, debemos reconocer, encontrar siempre una solución impecable en la realización de un modelo en origami, y menos aún cuando se experimenta en cuerpos geométricos. Pero, sea cual fuere el resultado, es indudable que el solo ma

terial agrega cualidades específicas que compensan con creces las deficiencias de solución y acabado.

Es cierto que el cubo y el octaedro isóceles pierden mucho de sus atributos geométricos al ser realizados en papel doblado, pero justo es reconocer que ganan mucho también en cuanto a gracia y versatilidad al ser revestidos con la textura y color del material utilizado.

EL CUADRAOCTAEDRO
DEFINICION. ETIMOLOGIA.

Y bien, una vez habiéndonos familiarizado con los rudimentos del papel doblado aplicados a la geometría del espacio -- a tres de sus poliedros-- nos avocaremos a la definición, -- historia y descripción del cuadraoctaedro.

El cuadraoctaedro es el modelo en origami de un poliedro irregular que consta de cuarenta y ocho caras triangulares, -- las que conforman las tres partes esenciales de la figura que son el borde, el anverso y el reverso. Cada una de ellas se compone a su vez de dieciséis caras, diferenciándose el borde del anverso y el reverso en que las caras de aquel configuran triángulos rectángulos, mientras que las de estos últimos forman triángulos obtusángulos.

Visto de perfil, presenta una apariencia romboidal abombada y en sus vistas superior e inferior, se puede apreciar una estrella de ocho puntas susceptible de ser inscrita en un octágono.

La palabra cuadraoctaedro deriva de una palabra de origen latino y dos de origen griego: CUADRA, del latín, quadraginta, que significa cuarenta; OCTA, del griego, que significa ocho, y EDRO, del griego, que significa cara. CUADRAOCTAEDRO: cuarenta y ocho caras.

Debo aclarar que por comodidad o economía fonética hube de estructurar esta palabra tomando únicamente las dos primeras sílabas de la palabra latina quadraginta, ya que de haberla tomado completa hubiese resultado un vocablo muy largo y poco atractivo. No es lo mismo decir cuadraoctaedro que cuadragintaoctaedro.

HISTORIA

Cierta vez, en la clase de Principios del Orden Geométrico, impartida por el profesor Melquíades Herrera, en diciembre de 1982, dió éste instrucciones a sus alumnos, entre los que yo me encontraba, para construir, en base a la figura -- del rehilete hecho con papel doblado, veinte figuras que variarían o evolucionarían gradualmente, diferenciándose entre sí y observando las reglas elementales del origami. Esto es, trabajando sólo con dobleces, evitando hacer cortes o adicionar elementos extraños al papel como pintura o pegamentos de cualquier tipo.

No era tarea fácil, lo confieso, pues en una figura tan -- simple como el rehilete las posibilidades se agotan pronto y tenía uno que hacer gala de paciencia e inventiva después de la décima solución.

Hacía uno un doblez genial sólo para poco después darse -- cuenta de que éste ya se había practicado en pasos anteriores.

Yo por mi parte, al observar que la figura en cuestión -- constaba de dos capas y darme cuenta que en el centro de la parte superior se encontraba un orificio, trabajé hasta lograr que los dobleces se articularan de tal forma que al momento de soplar por el orificio éstos permanecieran siempre unidos.

El paso siguiente fue encontrar los dobleces necesarios pa ra proporcionar a la figura una estructura de apariencia sólida que la mantuviera siempre erguida, al igual que el te traedro y el cubo.

Después de muchos intentos, llegué a una figura que si -- bien podía sostenerse por sí misma ya inflada, no era precisamente lo que yo buscaba, pues más que cuerpo geométrico pa

recía uno de esos enormes faroles de papel de china con forma de estrella y estructura de carrizo que porta la gente en las procesiones, y que tienen en su interior una veladora de parafina encendida.

Por ello, antes de presentarla en clase, decidí perfeccionarla y encontré que la causa de que mi poliedro resultara a chatado, era que en vez de proyectar -en el paso respectivo que ya veremos después- el cateto menor del triángulo rectángulo sobre el cateto menor del triángulo escaleno, proyecté aquel sobre la hipotenusa de su mismo triángulo, con lo que sólo había logrado reducir sensiblemente las dimensiones de las caras del borde, siendo esta la razón por la cual mi primer intento resultó un tanto cuanto fallido.

Una vez corregido el error, la figura resultante presentó la simetría y estructura que yo buscaba.

CAPITULO III

En el presente capítulo, trataremos de realizar un modelo en origami del cuadraoctaedro, para lo cual es necesario tener a la mano una hoja de papel bond, lustre o craft, además de tijeras o navaja, pegamento y un lápiz.

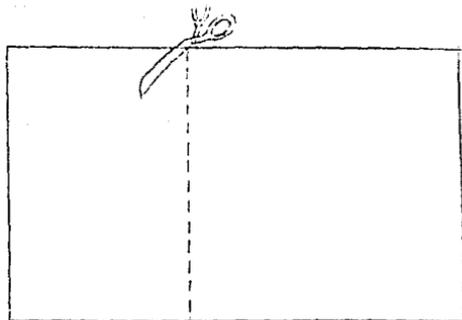
Para una mejor presentación de nuestro modelo una vez terminado éste, es recomendable utilizar papel metalustre, ya que éste proporciona una apariencia metálica que hará lucir más -- nuestro trabajo.

El tamaño de la hoja de papel es muy importante, pues éste -- determinará el tamaño de nuestro modelo, por lo tanto, si decidimos utilizar para ello papel bond, lustre o metalustre, podremos elegir un tamaño de entre 12x12 a 50x50 centímetros, -- por ser éste el rango en que mejor podremos controlar los dobles en cada paso del proceso.

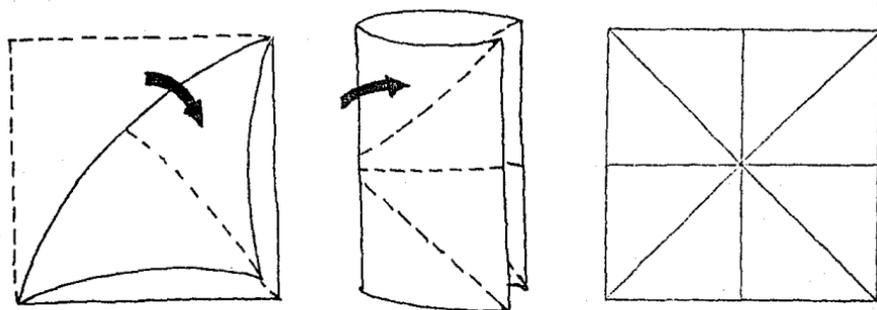
Con el papel craft, a diferencia de los anteriores, deberemos elegir un tamaño mayor, dado a que, por ser éste de mayor calibre, los dobleces deberán ser más amplios, por lo que una hoja de 100x100 centímetros nos proporcionará la comodidad necesaria para la realización de nuestro modelo.

PROCESO DE CONFECCION DE UN MODELO EN ORIGAMI DEL CUADRAOCTAEDRO

PRIMER CUADRADO O CUADRADO ORIGINAL

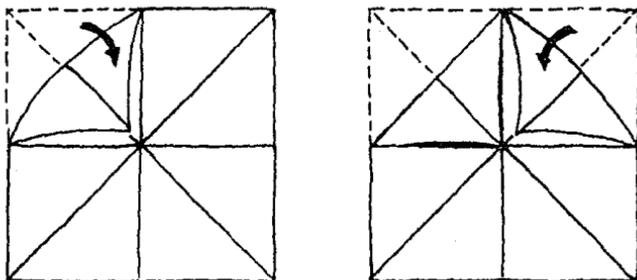


Se toma una hoja de papel y se hace con ella un cuadrado -
lo más exacto posible.

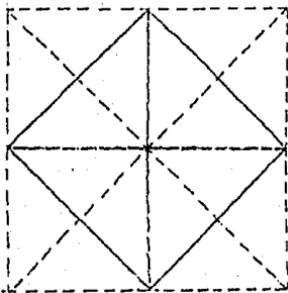


Acto seguido, se le marcan los siguientes dobleces: dos --
diagonales, un vertical y un horizontal.

SEGUNDO CUADRADO

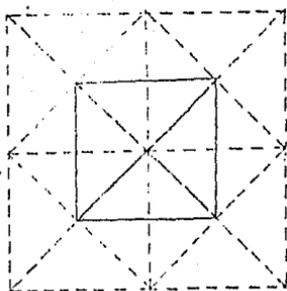


Se doblan las cuatro puntas hacia el centro del cuadrado y se remarcan los dobleces resultantes.

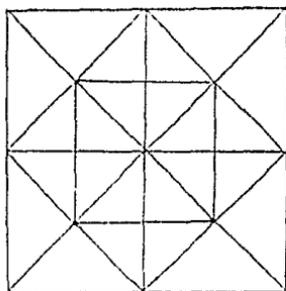


Al terminar esta operación obtenemos otro cuadrado al que llamaremos segundo cuadrado.

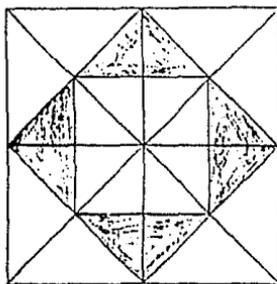
TERCER CUADRADO



Se doblan las cuatro puntas del segundo cuadrado hacia el centro (de la misma forma que en el paso anterior), se marcan los dobleces, y así obtendremos el tercer cuadrado.

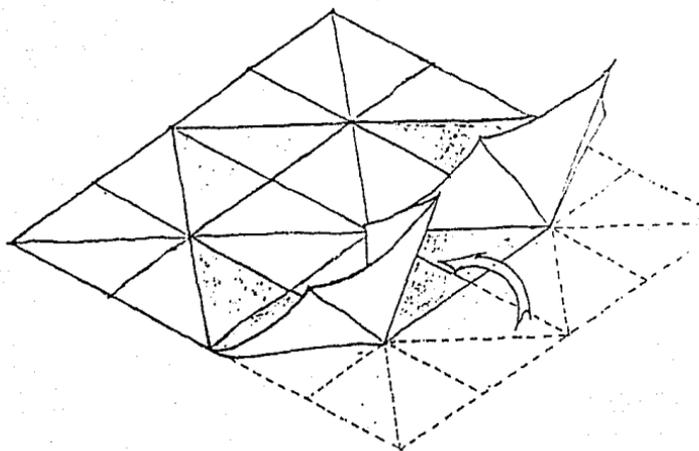


Una vez terminado el tercer cuadrado, se desdoblán éste y el segundo, hasta tener la hoja completamente extendida en el primer cuadrado o cuadrado original.

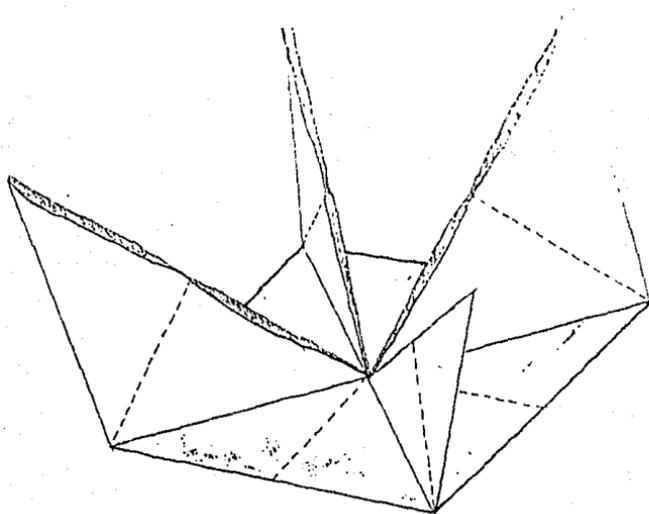
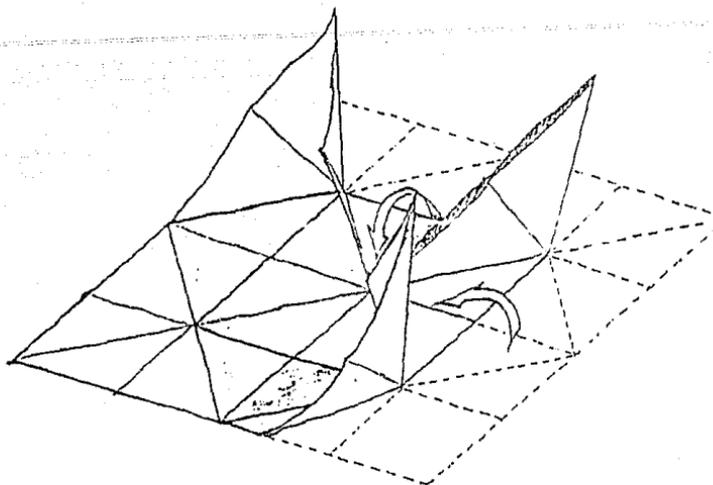


Nótese que esta vez, además de las líneas diagonales, vertical y horizontal, tenemos inscritos en el cuadrado original, sucesivamente, el segundo y el tercer cuadrados, y que las puntas del segundo forman triángulos isóceles cuyas hipotenusas son los lados del tercer cuadrado.

EL REHILETE

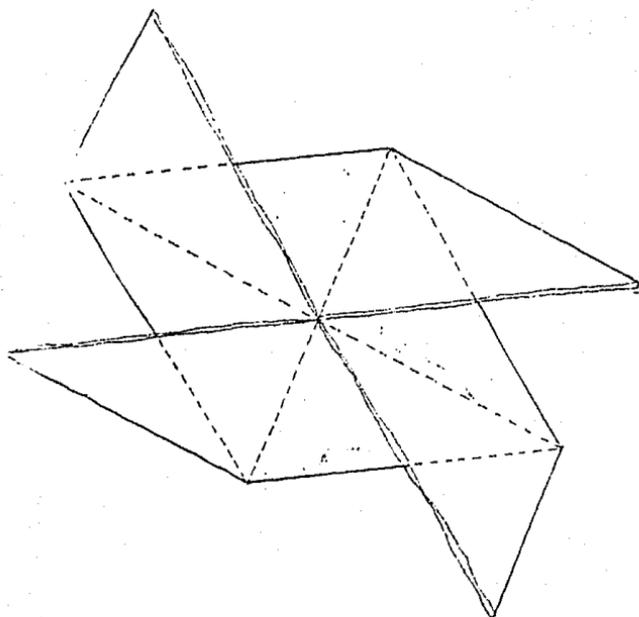


Se toman las cuatro puntas del segundo cuadrado y se llevan hacia el centro del tercero, con lo que las puntas de lo que sería el primer cuadrado se repliegan hacia arriba como se indica en la figura.



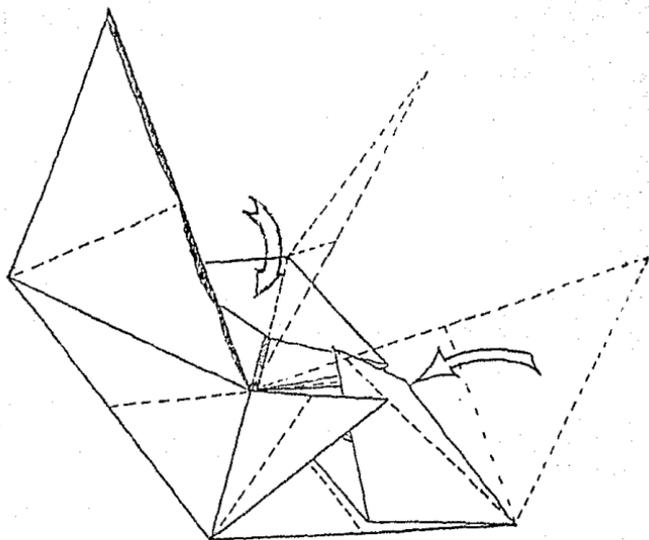
Como se puede apreciar, ahora tenemos una figura que tiene como base el tercer cuadrado, encima del cual queda replegado el segundo, y las puntas de lo que sería el primero emergen "hacia arriba".

Si doblamos las puntas emergentes como se indica en la ilustración, obtendremos una figura que ya de tiempo nos es familiar: el rehilete.

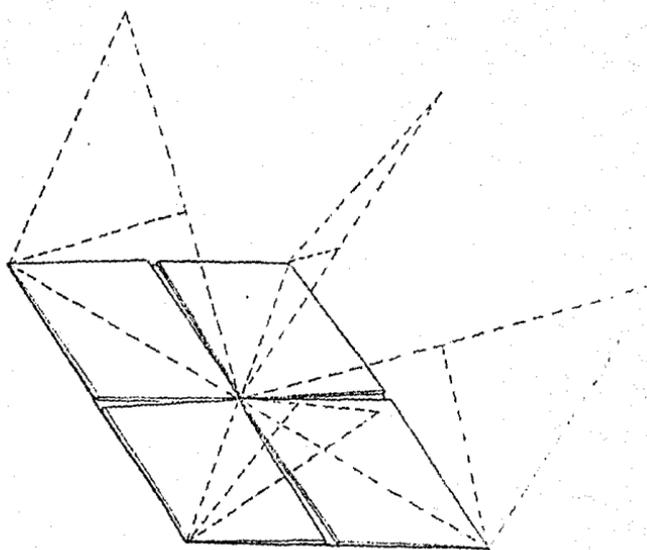


Es en base a esta figura que nosotros hemos iniciado nuestra investigación, la cual dio como resultado el cuerpo geométrico al que hemos llamado CUADROCTAEDRO, por estar integrado de cuarenta y ocho caras.

EL CUADRADO SUPERPUESTO

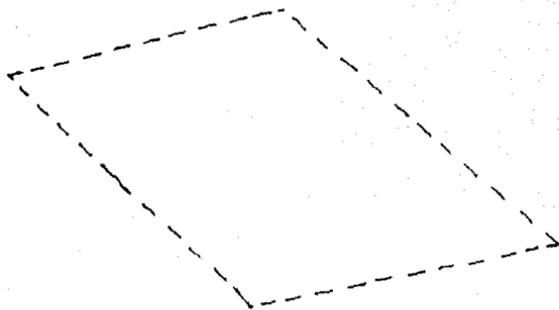


Volviendo a nuestra figura, las puntas emergentes se re- -
pliegan hacia el centro del cuadrado, lo cual no es difícil,
ya que éstas tienen los dobleces necesarios que mecánicamen-
te facilitarán dicha operación.

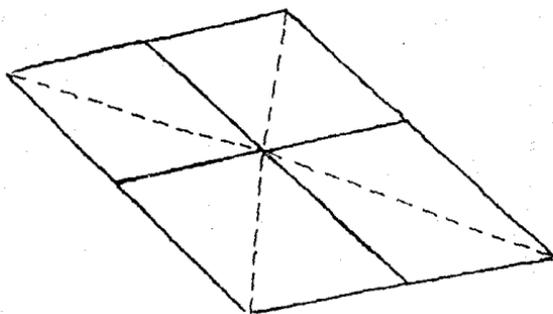


De esta manera obtenemos una figura cuya base es el tercer cuadrado, el repliegue y un cuadrado superpuesto, integrado por las puntas replegadas sobre sí mismas del primer cuadrado o cuadrado original.

CUADRADOS REPLEGADOS



Cuadrado superpuesto

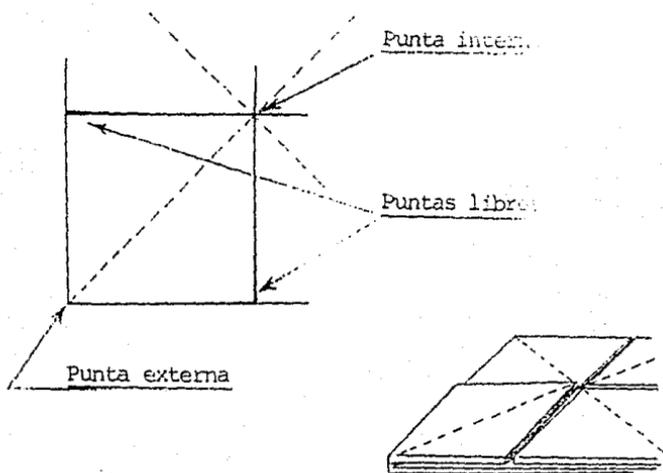


Cuadrados replegados

El cuadrado superpuesto está integrado a su vez por cuatro cuadrados, a los que llamaremos "cuadrados replegados" por haberse originado del repliegue de las puntas del cuadrado original sobre sí mismas.

Los cuadrados replegados se reconocen por lo siguiente:

Resultan del repliegue de las puntas del cuadrado original sobre sí mismas.



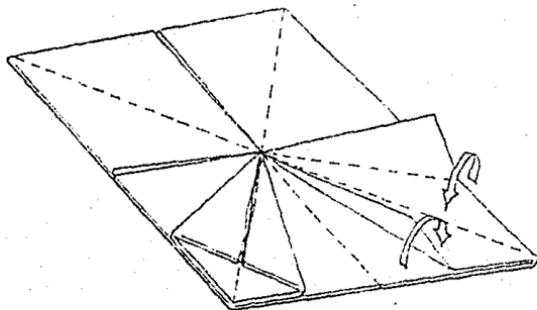
Tienen cuatro puntas, dos de las cuales son libres y los extremos de las rectas que forman tocan en el punto medio -- los lados del cuadrado superpuesto.

De las dos puntas restantes, una toca el centro del cuadrado superpuesto y la otra va hacia el exterior del mismo, por lo que llamaremos interna a una y externa a la otra, respectivamente.

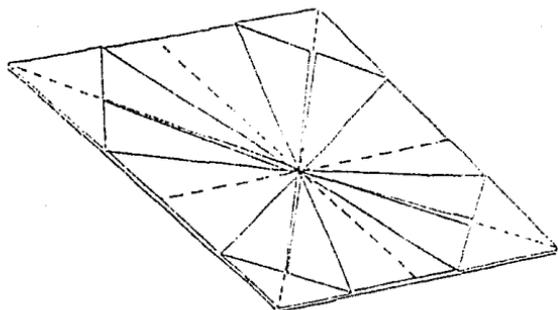
Tienen un doblez diagonal visible que va de la punta interna a la punta externa.

EL OCTAGONO

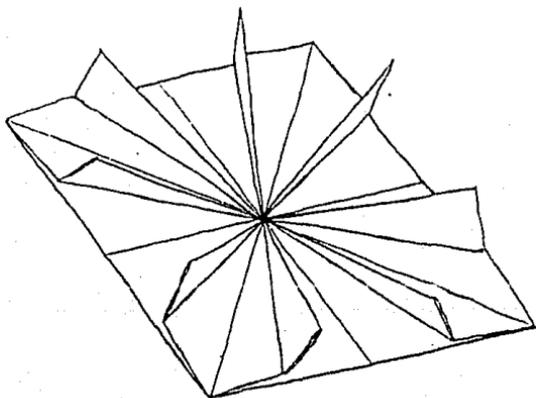
El paso siguiente es llevar, con base en la punta interna de cada cuadrado replegado, las puntas libres hacia el dobléz diagonal y remarcar el dobléz resultante.



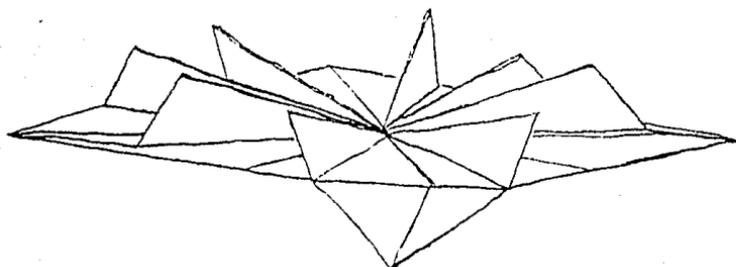
De esta forma, los lados que van de la punta interna a las puntas libres de cada cuadrado replegado, deberán tocar, de preferencia, todos los puntos del dobléz diagonal.



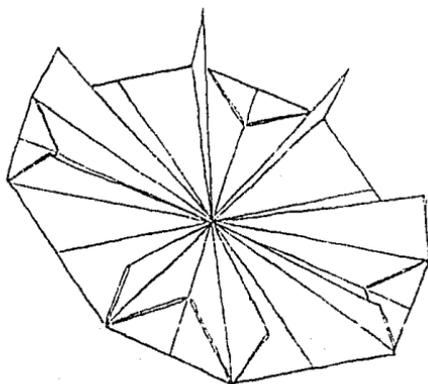
Como podemos apreciar en la figura, los cuadrados replegados han desaparecido y se han transformado en cuatro figuras integradas por tres triángulos rectángulos cada una.



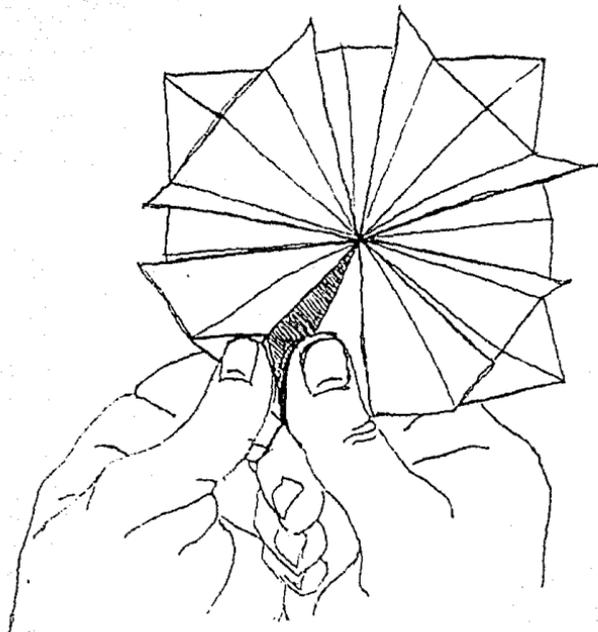
Pero a pesar de ello, aún podemos distinguir las puntas de los cuadrados replegados, y es conveniente, para la continuidad de esta descripción, conservarles sus nombres, a saber, puntas libres, puntas interna y externa.



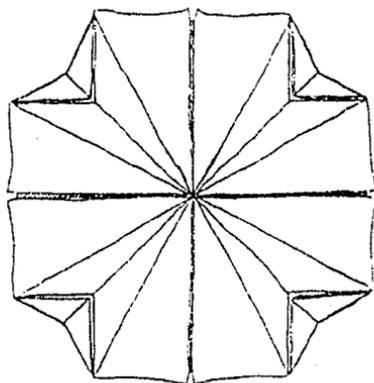
Una vez hecho el paso anterior, con base en la línea resultante del doblar de las puntas libres sobre la diagonal de cada cuadrado replegado, la punta externa de cada uno de éstos se dobla hacia atrás y se marca el doblar resultante de esta operación.



Después abrimos las puntas libres (con lo que aparecen nuevamente nuestros cuadrados replegados), y doblamos la punta externa hacia adelante, para remarcar el doblar.

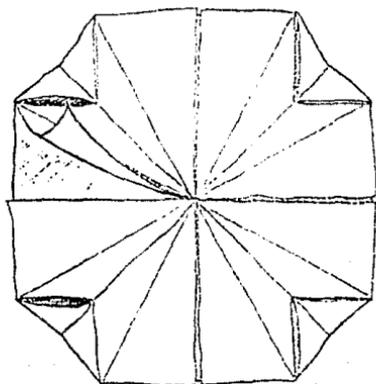


Al hacer esto, nos vemos ante la oportunidad de, con base en los lados de la punta replejada, marcar dos dobleces más, como se indica en la figura, que es como si calcáramos los lados de la punta externa sobre las superficies de cada cuadrado replegado.



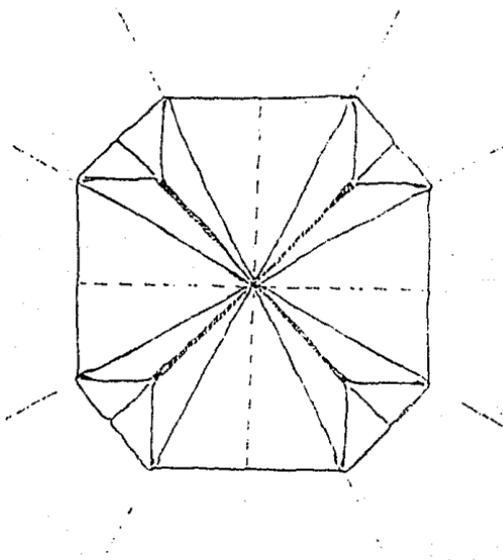
No hay que olvidar que nuestra figura se integra de tres -
cuadrados: el cuadrado original, el segundo y el tercer cua-
drado, además del cuadrado superpuesto, aunque este último -
sólo es virtual, ya que se compone de los cuadrados replega-
dos, los que resultan de las puntas del cuadrado original.

De esta forma, cualquier dobléz que hagamos en adelante, -
afectará a toda la figura, por lo que deberemos hacer doble-
ces precisos y bien marcados, a fin de que se registren tan-
to en el anverso como en el reverso.



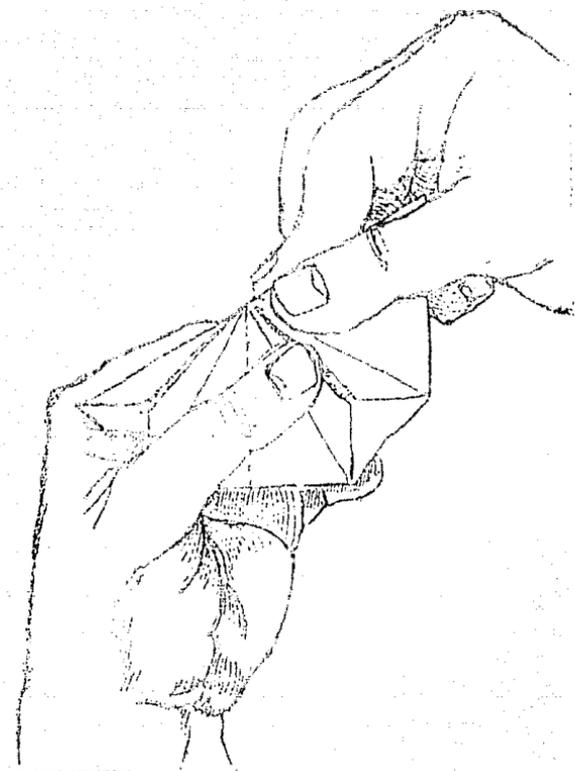
Una vez hecho esto, la punta externa se deja replegada en el anverso, y dado que en sus lados han quedado dos huecos, se toman las puntas libres y se meten en ellos, haciendo con esto un encarte perfecto en cada una de las cuatro puntas ex ternas del cuadrado superpuesto.

Al hacer el encarte, nuestra figura ha dejado la forma cuadrangular para tomar la de un octágono, y en el lugar de los cuadrados replegados han quedado cuatro figuras de tipo -- triangular en sus líneas generales.



Tomando como base estas figuras se marcan sendos dobleces sobre los antiguos segundo y tercer cuadrados, teniendo cuidado que no nos falte un sólo doblez.

Se harán cuatro dobleces que atravesarán la figura octagonal de lado a lado, como se indica a continuación.



Forma de llevar a cabo los dobles del paso anterior.

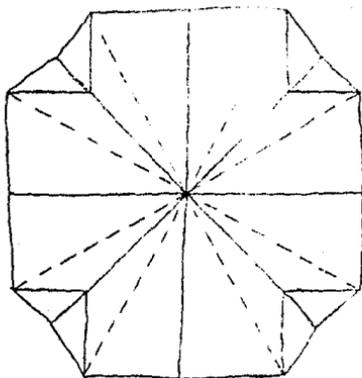
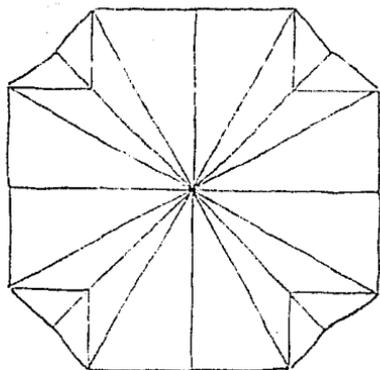
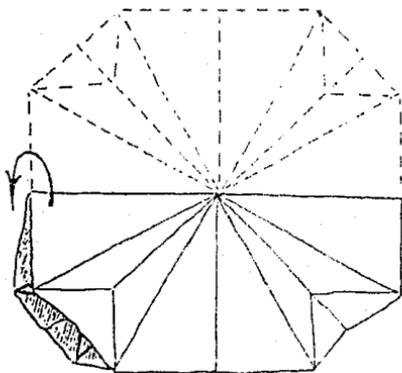


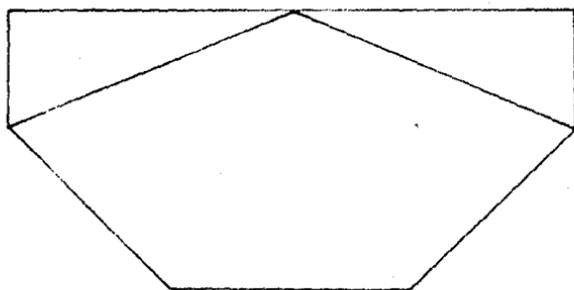
Figura con los dobleces ya practicados, vista por el reverso.
so.



Se notará que en medio de los dobleces que acabamos de efectuar se encuentran unas líneas que se han marcado desde el inicio del proceso. Son las líneas vertical y horizontal.

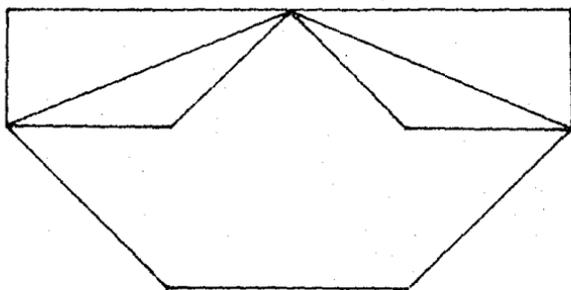


Se toma nuestra figura octagonal, y con base en estas líneas se dobla por la mitad, quedando el anverso en el interior y el reverso en la parte externa.

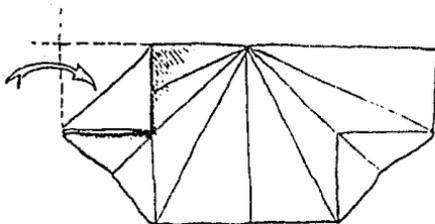


Una vez hecho esto, identificamos los dobles que tenemos y vemos que, adyacentes al dobléz que acabamos de hacer hay un triángulo rectángulo en cada uno de sus extremos,

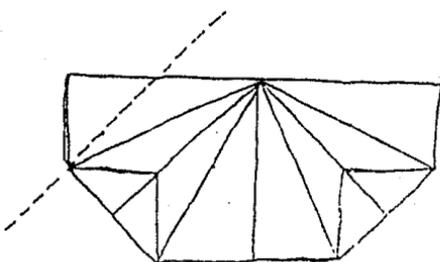
y que



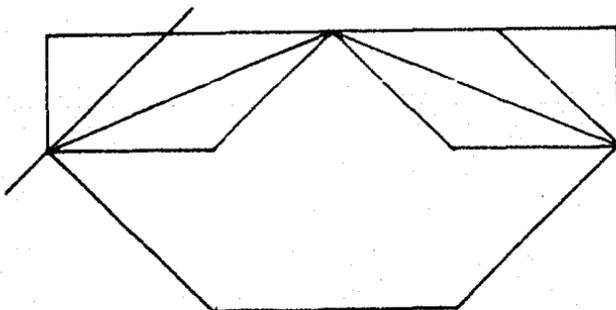
también adyacentes a las hipotenusas de estos triángulos rec
tángulos, se encuentran sendos triángulos isóceles de ángulo obtuso.



Dirigimos nuestra atención al cateto menor de nuestro --
triángulo rectángulo y lo proyectamos sobre el cateto más --
próximo del triángulo isóceles.

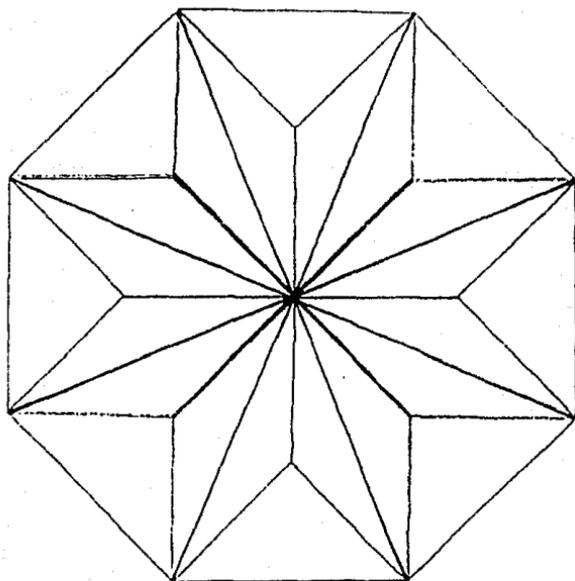


Resultando de este dobléz una línea que divide nuestro --
triángulo rectángulo en dos triángulos, uno de los cuales es
rectángulo y el otro obtusángulo.

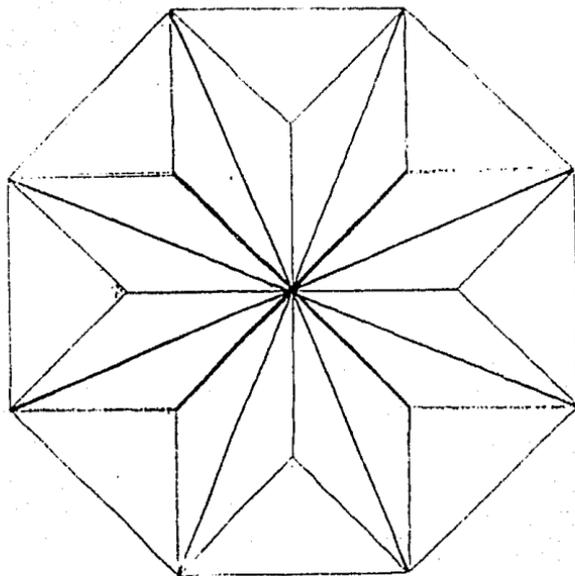


Nótese que este triángulo obtusángulo resultante, es simi-
lar y adyacente al que ya teníamos en la figura.

Así, se repite la misma operación hasta completar los cuatro dobleces que requiere la figura en este paso.



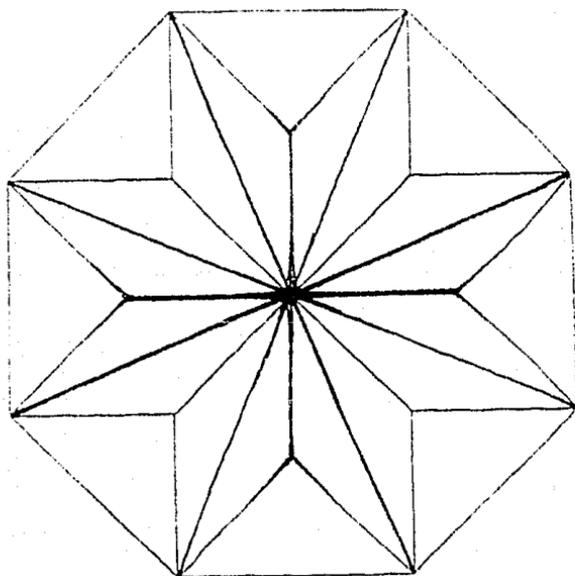
Una vez hecho esto, se extiende nuestra figura octagonal y vemos que, inscrita en ella, ha quedado una estrella de ocho puntas, tanto en el anverso como en el reverso.



Los triángulos adyacentes a las dos estrellas formarán el borde del cubraoctaedro.

CONSTRUCCION DEL CUADROCTAEDRO

Si observamos, en la parte central del anverso de nuestra figura ha quedado un orificio.



Este orificio es el resultado del doblar de las puntas del segundo cuadrado sobre el tercero, y el repliegue de las puntas del cuadrado original sobre el segundo cuadrado, de tal forma que, al coincidir las puntas de aquellos sobre la superficie del tercer cuadrado, hemos obtenido una figura geométrica compuesta por dos capas. Con la peculiaridad de que, al soplar por el orificio del anverso, obtendremos un cuerpo geométrico con una estructura propia y capaz de sostenerse a sí misma.

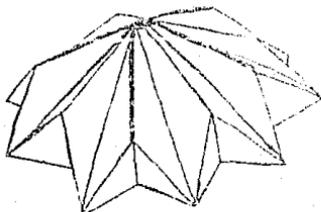
Es en este paso donde deberemos tener mayor cuidado ya que este modelo en origami presenta ciertas dificultades derivadas del tipo de papel utilizado, así como de la complejidad de su proceso de confección.

Para el inflado del mismo, además de soñar por el orificio, posteriormente deberemos auxiliarnos con un lápiz o varilla, ya sea de metal o de madera tan larga como las dimensiones del modelo lo requieran.

Para este caso, nos estamos refiriendo a un modelo que no excede los diez centímetros de altura, por lo que un lápiz con una buena punta nos será más que suficiente.

Antes de proceder al inflado de la figura, es conveniente fijar con algún pegamento las puntas libres que se han movido o encartado en el hueco de cada punta externa (ver página 42). Esto es, si se ha seguido el desarrollo del proceso, deberemos primero sacar las puntas libres de cada hueco de las puntas externas, ponerles un poco de pegamento y meterlas -- nuevamente, con el fin de que al ser inflada nuestra figura éstas permanezcan fijas, de lo contrario pasaremos un mal rato tratando de acomodarlas en su sitio.

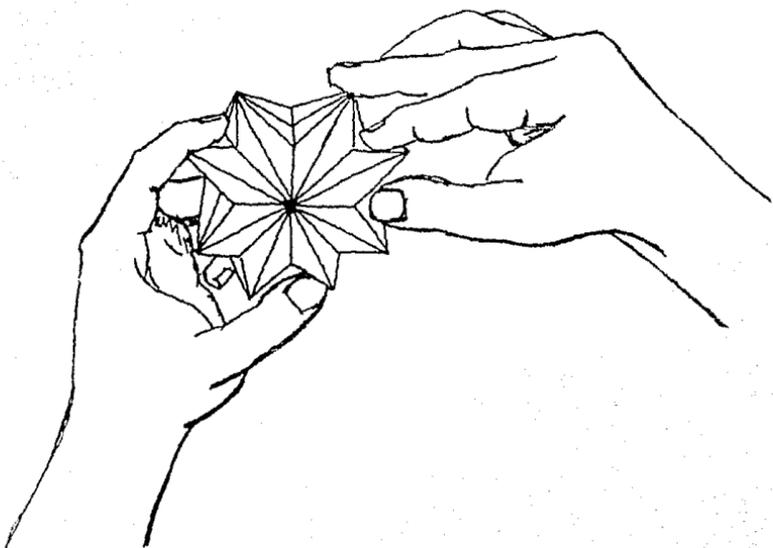
Una vez hecho lo anterior, nos remitimos a la página 40, - en la que se ilustra la forma de hacer el doblez correspondiente, y procedemos a remarcar de esa misma forma los dobleces a que en este paso nos referimos.



Lo anterior es con el fin de que la parte superior o anverso de nuestra figura adopte de manera anticipada la forma -- que presentará al ser inflado el modelo.

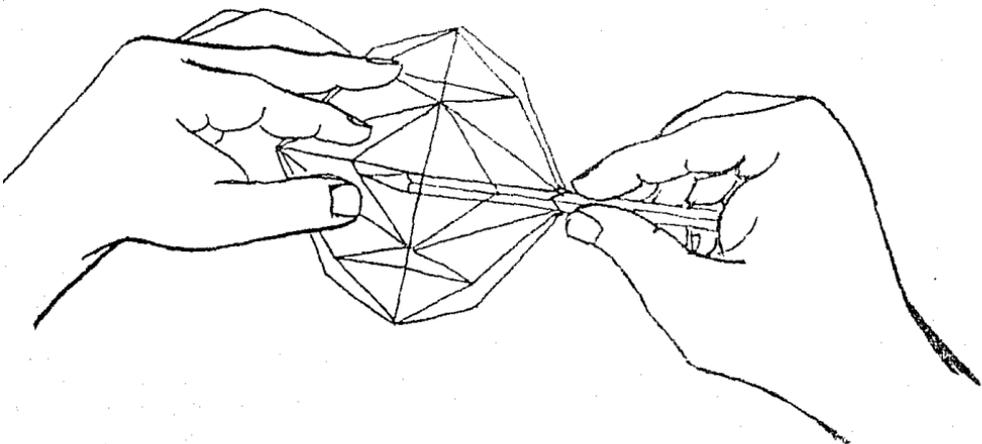


A continuación procederemos a soplar por el orificio del - anverso y, sin dejar de soplar...



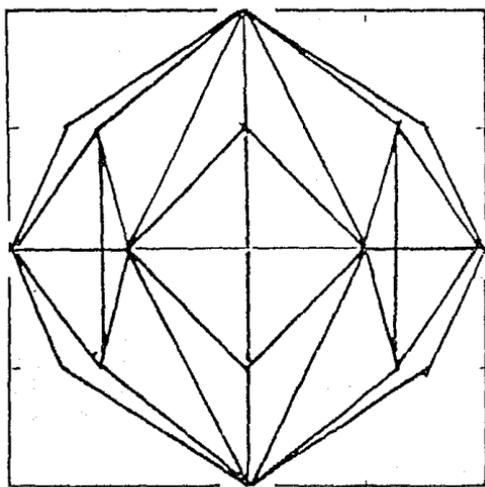
...con nuestros dedos de la mano que tenemos libre, iremos moldeando las caras del borde, dado que éstas tenderán a dilatarse.

Lo que debemos hacer en ese caso, es hundirlas con nuestros dedos para que adopten de igual manera su lugar y forma que les corresponde en la estructura del poliedro.



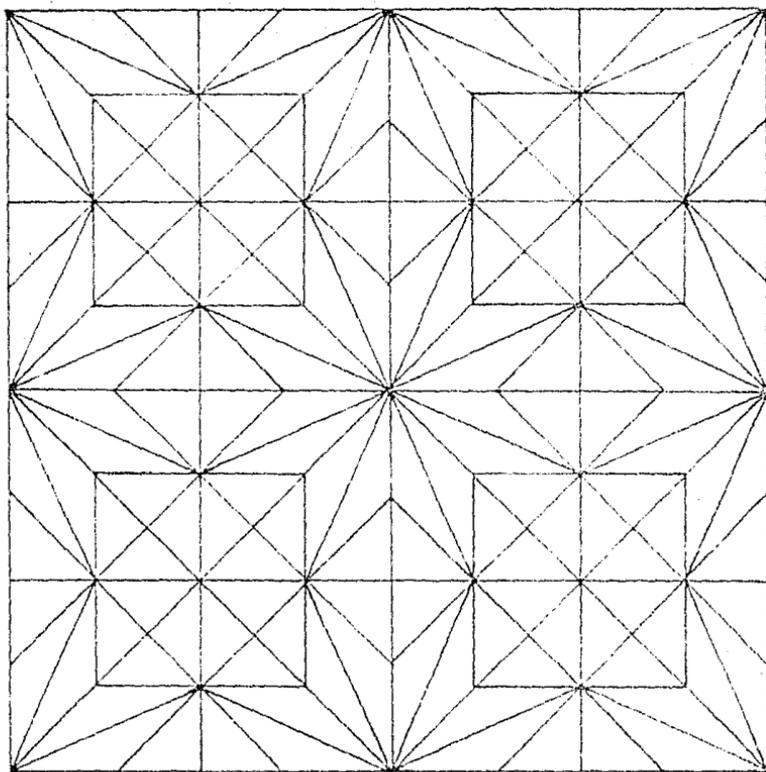
Quando ya se ha logrado que las caras del borde permanezcan en su sitio, dejaremos de soplar para, a continuación, - introducir el lápiz en el modelo, y, con él, desde el interior, repasar las aristas del reverso que requieran ser moldeadas, mientras que en el exterior nuestros dedos proporcionarán el soporte necesario para esta operación.

Debemos tener muy en cuenta que el principal problema que se presenta en este paso es el que las aristas no adoptan su posición en la estructura del modelo de manera automática -- cuando se infla el poliedro, por lo que deberemos ser persistentes a la hora de modelar tanto el borde como el reverso - de nuestra figura.



Una vez inflado, el cuberoctaedro presenta su forma tridimensional.

En un principio, en los primeros pasos de esta descripción, en el cuadrado original, comenzamos marcando las líneas iniciales, que son: vertical, horizontal y diagonales.



Ahora que ya tenemos nuestro poliedro completamente terminado, podemos volver al principio, desdoblado totalmente -- nuestra hoja hasta tener nuevamente el cuadrado original, y podemos apreciar el cambio experimentado.

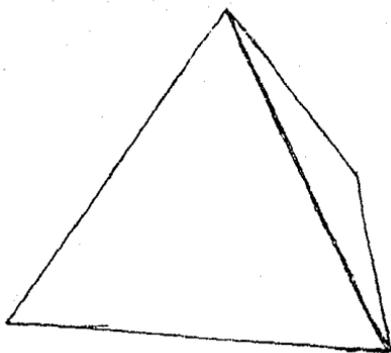
Además de las líneas iniciales, ahora tenemos toda una red en la que se mueven de arriba a abajo, y en todas direcciones de la superficie, una serie de líneas resultantes del -- proceso, y que tiene como centro la estrella de ocho puntas que es la base de la estructura de nuestro poliedro.

CAPITULO IV

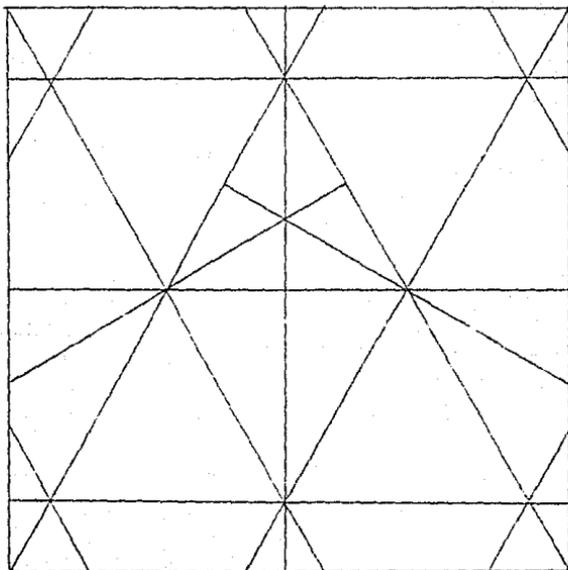
La importancia de hacer dobleces bien definidos radica en que, además de que nuestro modelo presentará una estructura sólida, la red geométrica resultante de este proceso será más nítida y nos facilitará su interpretación al trasladar ésta al dibujo -- con sus debidas proporciones.

A continuación veremos las representaciones de los modelos en origami del tetraedro, el cubo y el octaedro, seguidos de sus - redes respectivas, en las que podremos apreciar la gradual complejidad de las mismas, hasta llegar a la del cuadraoctaedro. - Esta última la hemos sometido a una serie de cortes o secciones para encontrar la unidad mínima de elementos o módulo, con la - cual es posible, con una cantidad determinada de módulos (en es te caso treinta y dos), volver a integrar nuevamente la red en su totalidad.

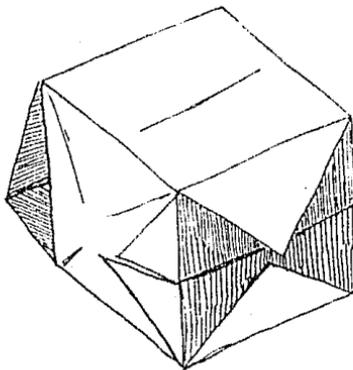
REDES GEOMETRICAS



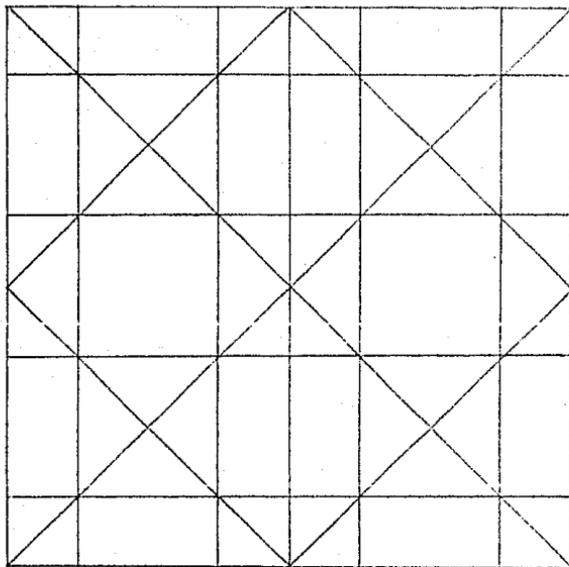
Tetraedro



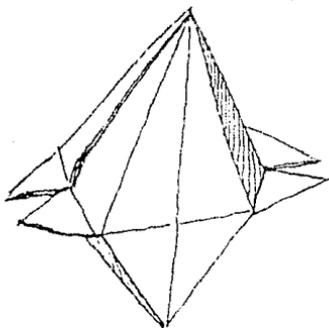
Red geométrica



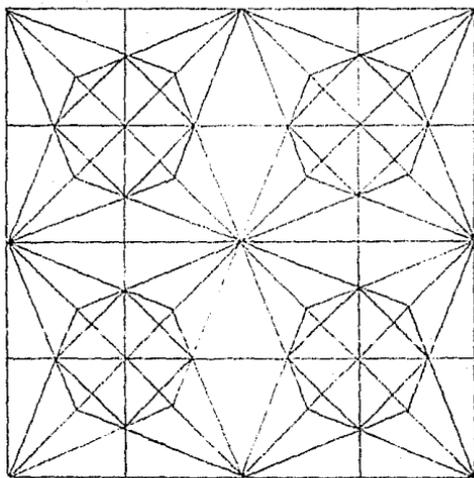
Cubo



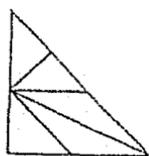
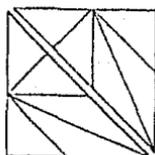
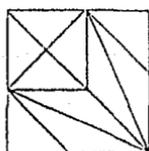
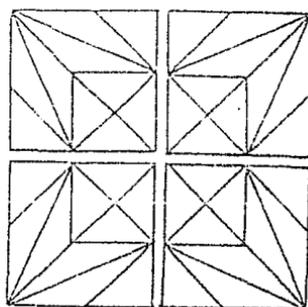
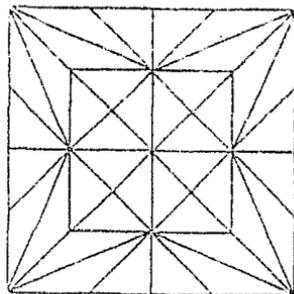
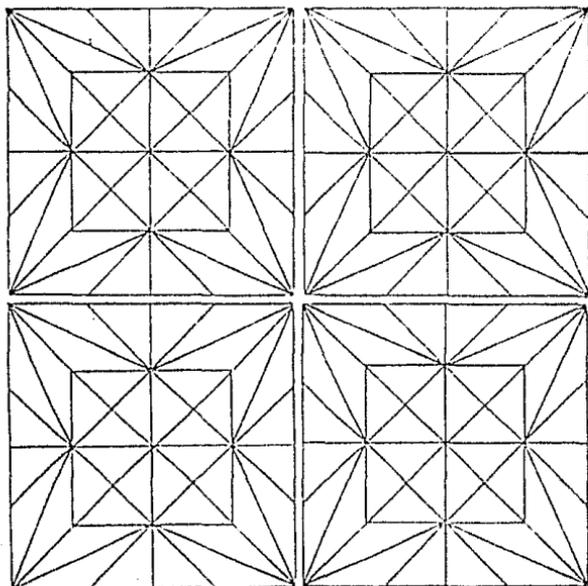
Red geométrica



Octaedro irregular o isóceles



Red geométrica



Red geométrica del cuadroctaedro presentando los cortes graduales que nos permiten obtener un módulo, integrado por tres triángulos rectángulos y dos obtusángulos, que es la base de la estructura de la red geométrica de este poliedro.

CAPÍTULO V

Una de las aplicaciones prácticas del cuadraoctaedro, es en relación a la proyección de estructuras para cubiertas.

En un principio, al comienzo de esta investigación, suponíamos que este poliedro, al igual que en su tiempo el cuboctaedro, podría dar soluciones interesantes para diseñar y proyectar cúpulas para edificios, dado que su estructura en papel es de apariencia estable.

La investigación nos condujo a los resultados que en páginas posteriores presentamos, los cuales consisten en la representación estructural de los modelos resultantes del ordenamiento espacial de la red geométrica del cuadraoctaedro, procedimiento que difiere en principio de la utilidad del cuboctaedro, ya que de este poliedro se aprovecha su estructura tradicional, mientras que en el primero, es indispensable partir del origami para obtener la red geométrica.

La nomenclatura o clasificación que hemos elegido para denominar a las estructuras obtenidas, está en relación directa al proceso de construcción de sus modelos en papel y en madera. Así, el primer modelo ha sido denominado "domo poliédrico mono-reticular", obedeciendo en primer lugar, a que se trata de una cubierta, de una cúpula o domo. Es poliédrico por la circunstancia de originarse de la red geométrica de un poliedro: el cuadraoctaedro; y es mono-reticular porque para su construcción fue necesario el uso de sólo una red geométrica o retícula.

Los dos siguientes domos han sido construidos con base en dos redes geométricas, y, debido a su semejanza, han sido denominados "domos poliédricos bi-reticulares" I y II.

El primero de ellos, como podremos apreciar en las ilustraciones, presenta un mayor espacio interno aprovechable, dado a que los "cubos" que se originan en sus cuatro esquinas presentan una disposición vertical que abre las paredes laterales, mientras que el segundo, por el contrario, presenta los cubos hundi

des en su base e inclinados hacia el interior, con lo cual arrastra las líneas inferiores de la estructura hacia adentro, reduciendo el espacio interior.

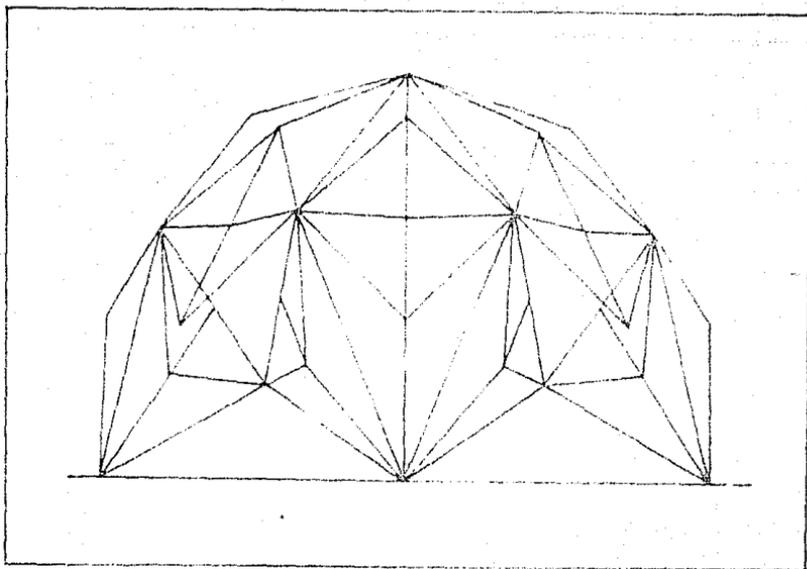
Claro que esta deficiencia sería sólo en cuanto a capacidad, porque su diseño es de una belleza tal que despierta la imaginación y nos hace pensar en un sinnúmero de aplicaciones.

Por otro lado, este tipo de domos presenta una gran resistencia tanto a la carga de la estructura como a las fuerzas exteriores que actúan sobre ella, debido a la disposición triangulada de sus piezas, lo cual permite descomponer las fuerzas y enviarlas minimizadas ya a los extremos. Actúan de acuerdo a lo que técnicamente se llama Sistema Estructural de Vector Activo, en el cual una fuerza exterior que incide sobre un área o pieza de la estructura es descompuesta y transmitida en varias direcciones.

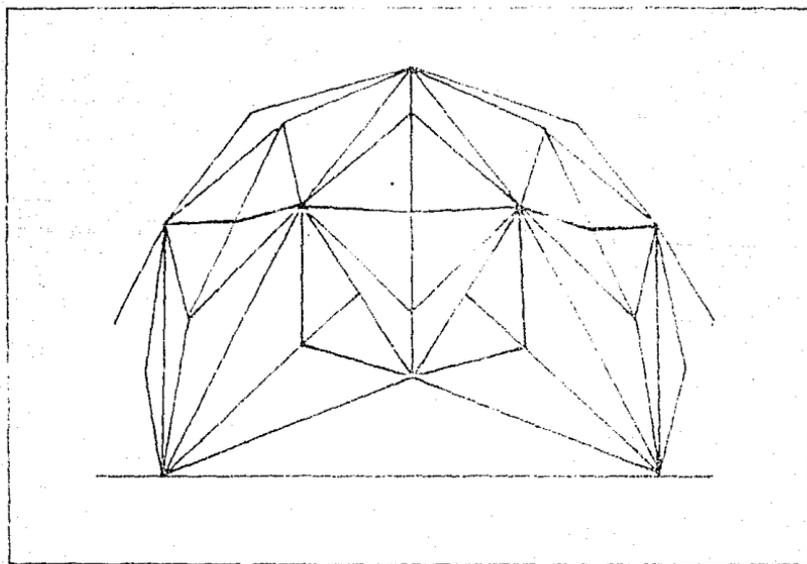
Lo anterior se puede comprobar si realizamos una maqueta de los domos poliédricos en madera, lo cual no es difícil si seguimos la secuencia que presenta este trabajo, es decir, comenzando por realizar el modelo del cuadraoctaedro en origami para obtener la red geométrica. Enseguida ordenamos el espacio bidimensional de las redes y les damos la configuración que presentan los modelos representados en los dibujos. Para ello contamos -- con las vistas frontal, lateral y superior de cada uno de los modelos, tanto en estructura como su representación del sólido.

Una vez que se ha obtenido el modelo en papel doblado, se procede a hacer el modelo en madera, con "palitos", con el cual obtendremos una mayor información respecto a su estructura y resistencia. Con este fin, hemos anexado al final de este trabajo las fotografías de los modelos tanto del cuadraoctaedro, en origami, como de los domos poliédricos en madera.

DOMO POLIEDRICA MONO-RITMICA

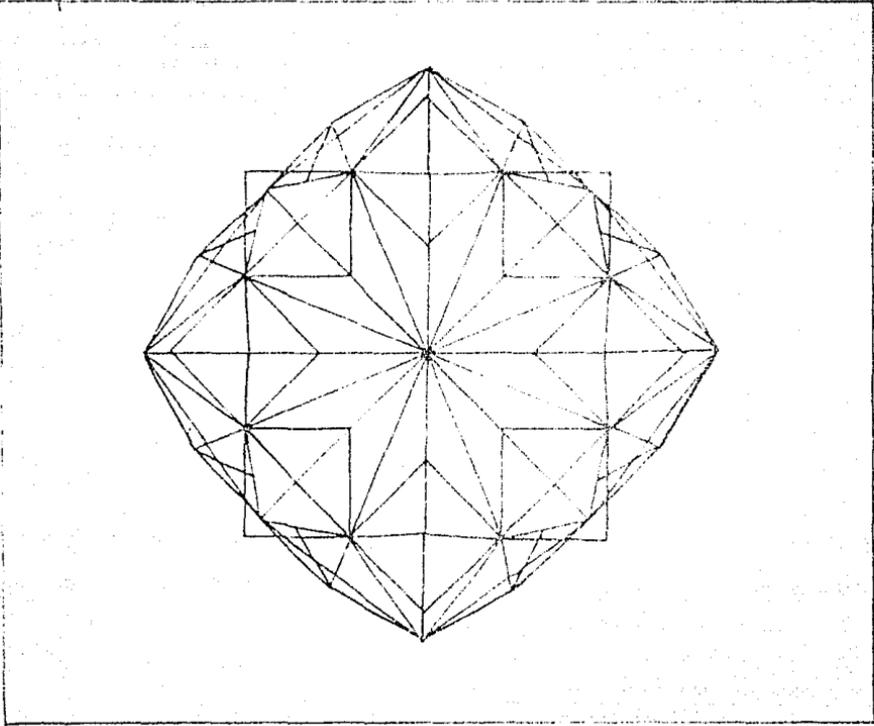


Vista lateral



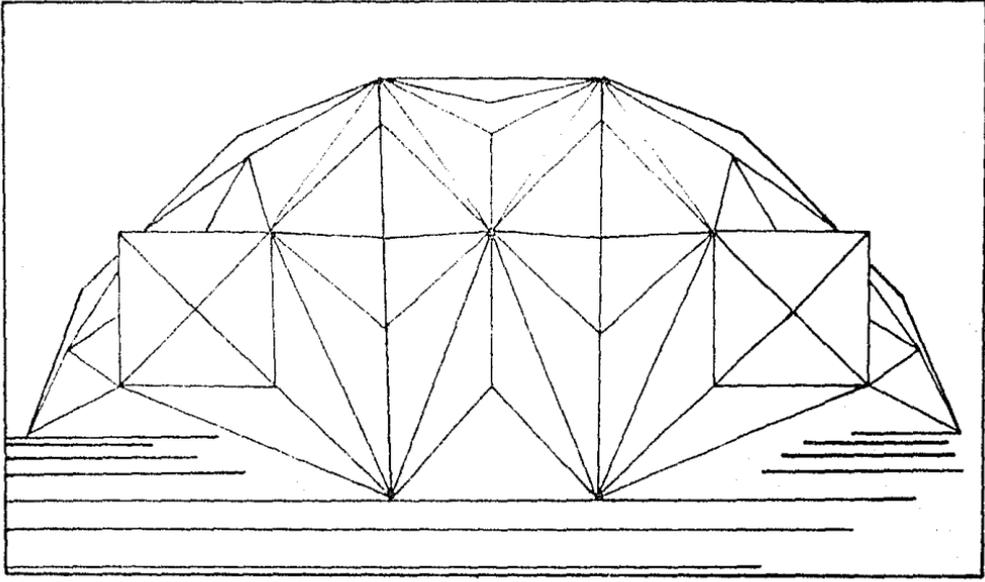
Vista lateral

DOMO POLIEDRICO MONO-PETIGLIAP

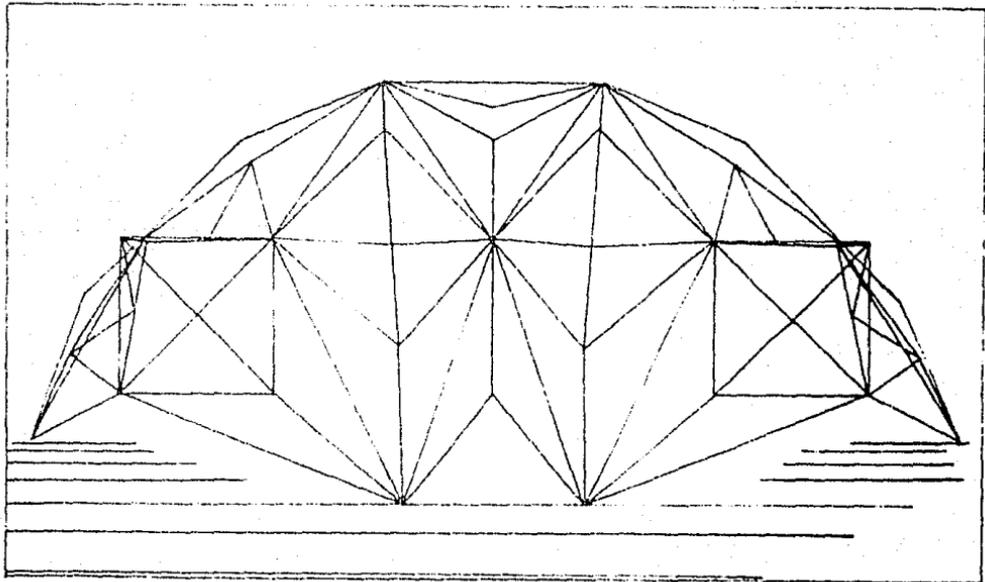


Vista superior

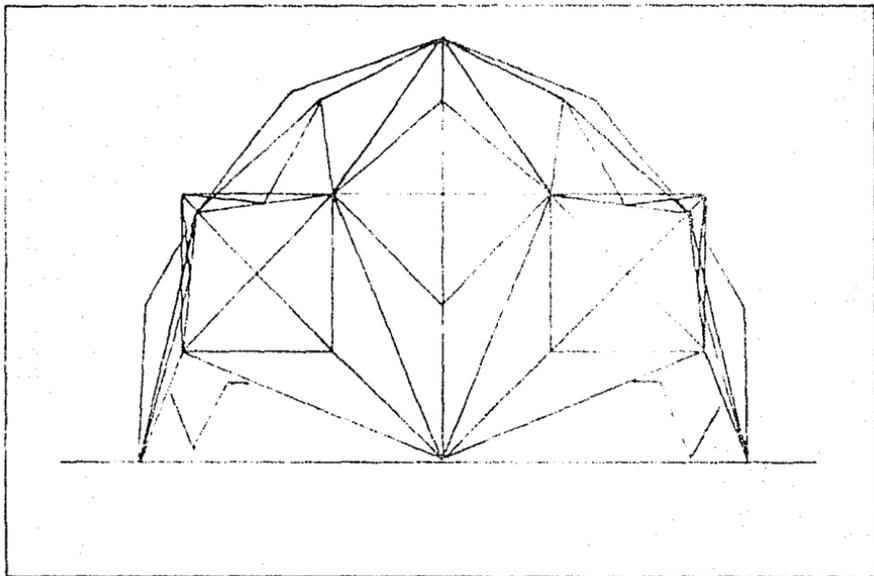
DOMO POLIEDRICO BI-RETICULAR I



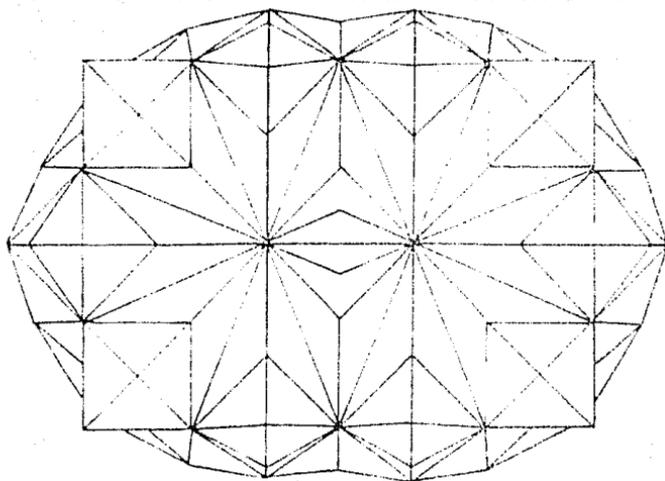
Vista lateral



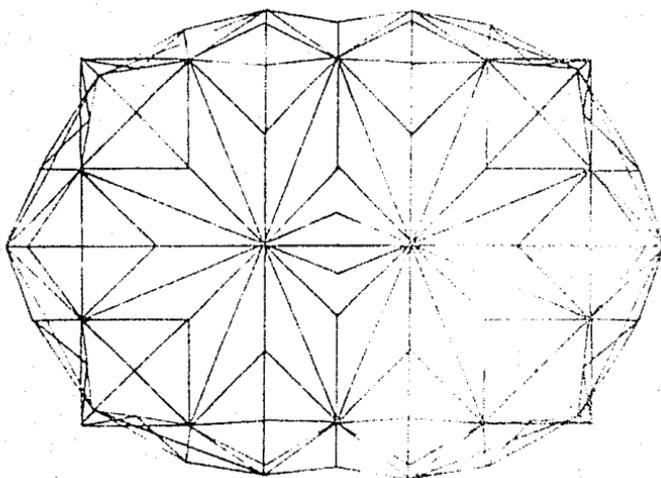
DOMO POLIEDRICO AL-RETICULAR I



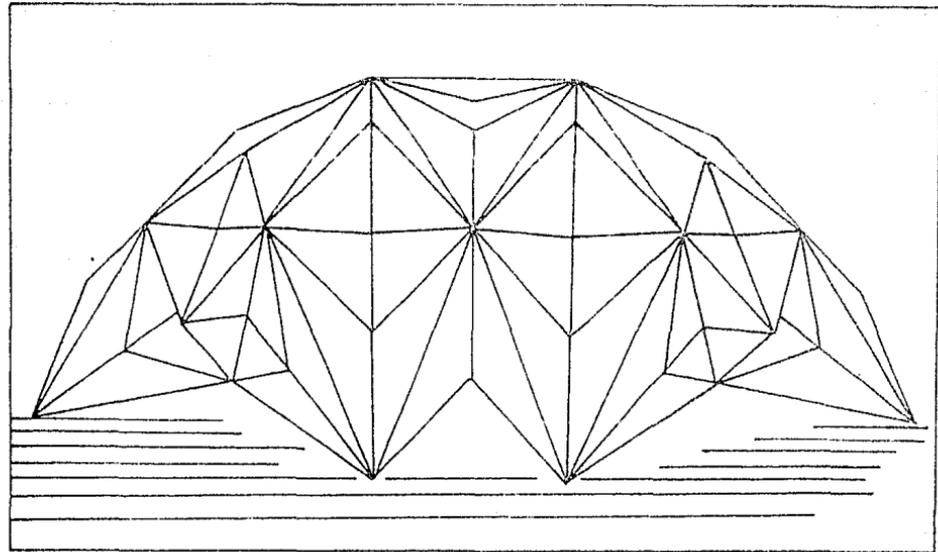
Vista frontal



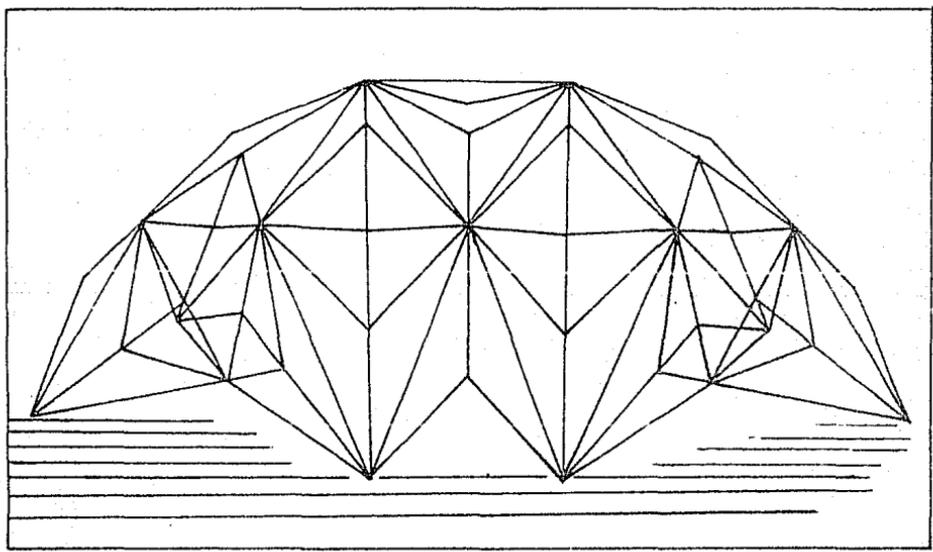
Vista superior



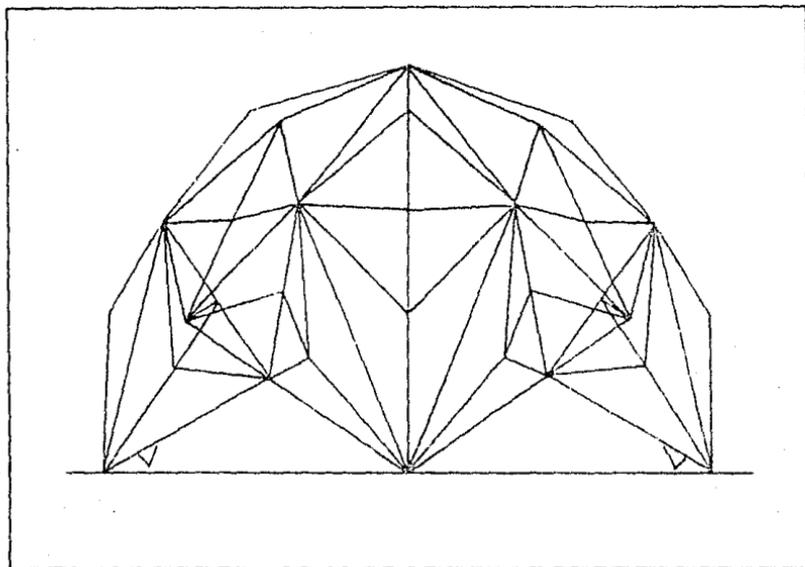
DOMO POLIEDRICO BI-RETICULAR II



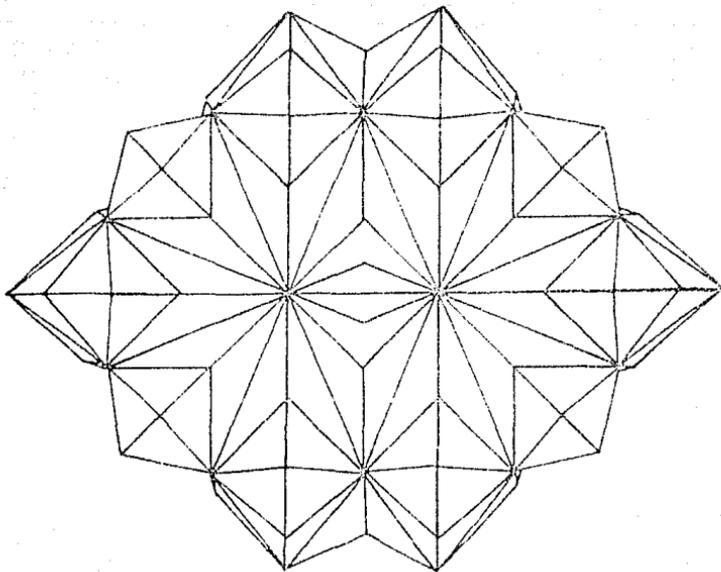
Vista lateral



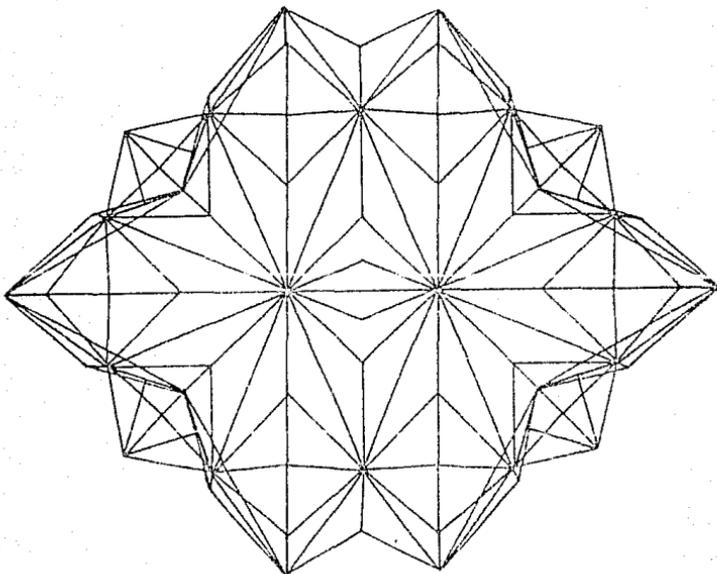
DOMO POLIEDRICO BI-RETICULAR II



Vista frontal



Vista superior



CAPITULO VI

Las múltiples soluciones que la geometría presenta cuando se experimenta con ella son de tal forma infinitas, que no bien se ha terminado de realizar un trabajo, cuando le asalta a uno la sorpresa de verse sumergido en una gran variedad de posibilidades que la misma interacción de los elementos que hemos venido manejando presentan.

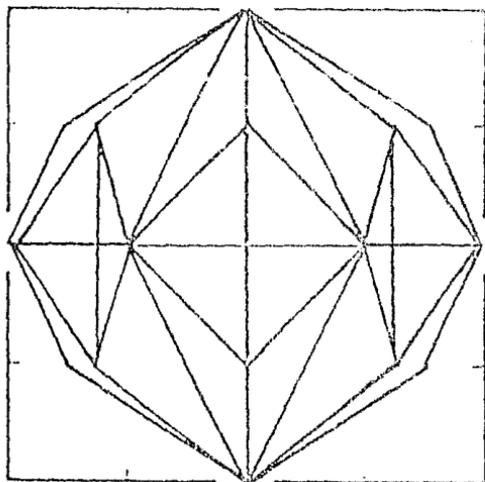
Muchas veces nos afanamos buscando la solución a algún problema específico y otras tantas resultan vanos nuestros esfuerzos. Sin embargo en otras ocasiones, cuando ya nos hemos dado por vencidos y nos avocamos a otros problemas, la solución al anterior se presenta de la manera más cándida, dada la simplicidad y nitidez con que ésta se percibe.

Lo anterior viene a cuento porque, cuando por fin tuve en mis manos la solución en origami del cuadraoctaedro, mi primera intención fue la de buscar un poliedro, dentro del mismo, que presentara una forma más bien convexa, además de la forma estrella da que conocemos.

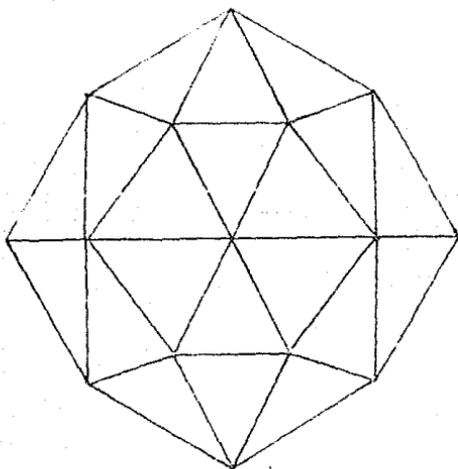
Trabajé, analicé y quise encontrar dentro de él los elementos que me condujeran al modelo convexo, y, después de mucho buscar, me di cuenta de que aquello era poco menos que imposible. Así, me conformé con la apariencia original del cuadraoctaedro.

En lo que no había yo reparado hasta entonces, era en el hecho de que las caras del primer modelo presentaban una disposición angular en sus aristas, de tipo convexo-depresivo alternadamente, con lo cual los vértices que éstas formaban quedaban expuestos no de manera individual, sino que cada tres de ellos, se alineaban de tal manera en un solo plano que lo único que restaba era verificar el tipo de triángulo que configuraba cada grupo de tres vértices y con ello obtendríamos la forma general de nuestro poliedro convexo, mismo que veremos a continuación.

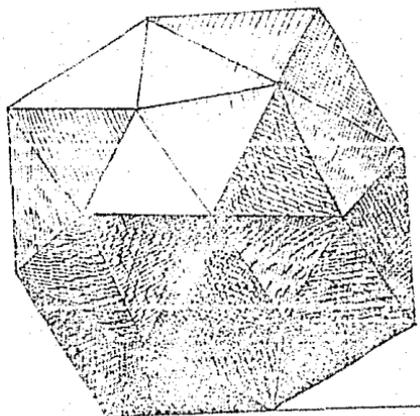
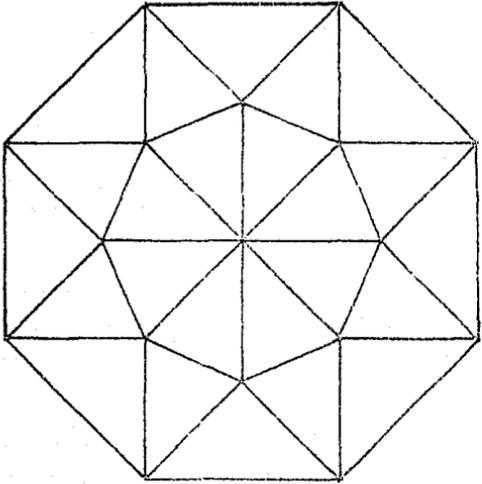
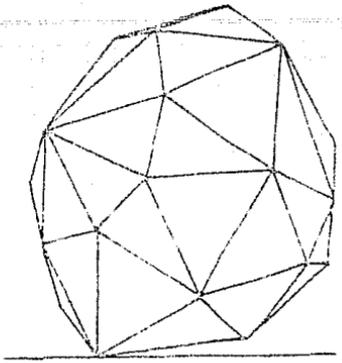
EL CUADRAOCTAEDRO CONVEXO



Para convertir al modelo original del cuadraoctaedro en un poliedro convexo, de las mismas características geométricas que éste (cuarenta y ocho caras, setenta y dos aristas y veintiséis vértices), sólo es necesario tomar los vértices de tres en tres y formar con ellos las cuarenta y ocho caras de que consta este cuerpo geométrico, como se puede apreciar en las ilustraciones.



El cubraoctaedro, en su forma convexa, se encuentra integrado por treinta y dos triángulos isóceles y dieciséis equiláteros, a diferencia de su antecesor, el - - cual se integra de treinta y dos triángulos isóceles obtusos y dieciséis triángulos rectos.



CONCLUSIONES

Dos cosas se han hecho patentes a lo largo de este trabajo. - En primer lugar, se ha demostrado la utilidad que la geometría ha manifestado al artista visual para el desarrollo formal de su obra; y en segundo lugar, el origami como fuente y apoyo didáctico para el estudio de la geometría del plano y del espacio, así como su posterior aplicación al diseño y proyección de estructuras para cubiertas.

En los primeros capítulos hemos hecho una relación de aquellas corrientes cuyos planteamientos encaminan sus pasos al uso de la geometría en la ejecución de sus obras. Esta utilidad de la geometría respecto al arte nace de la necesidad del artista por estructurar, dentro del plano o del espacio, los elementos que maneja éste para la elaboración de su obra.

En un principio, fue la noción de profundidad la que condujo al artista a ordenar estos elementos de acuerdo a una técnica que le proporcionara una adecuada ubicación, dentro de un espacio virtual, de sus figuras. De esta necesidad nace la perspectiva.

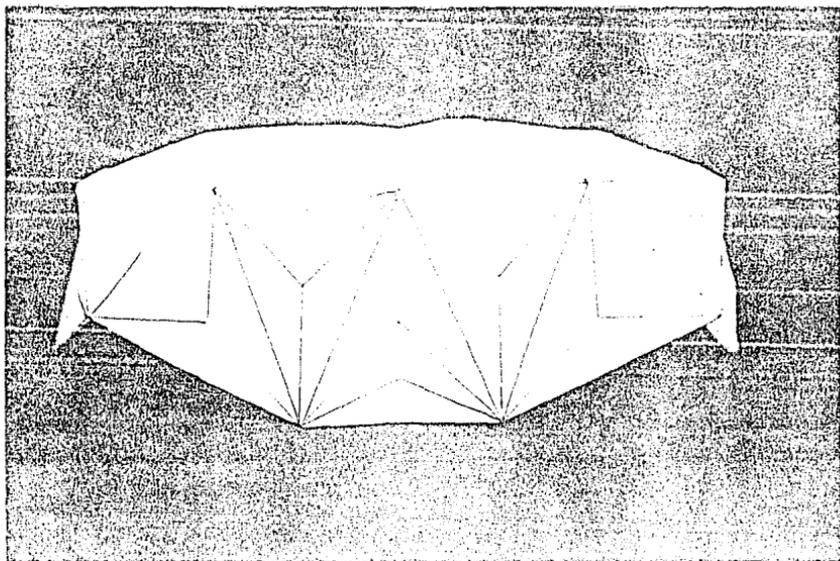
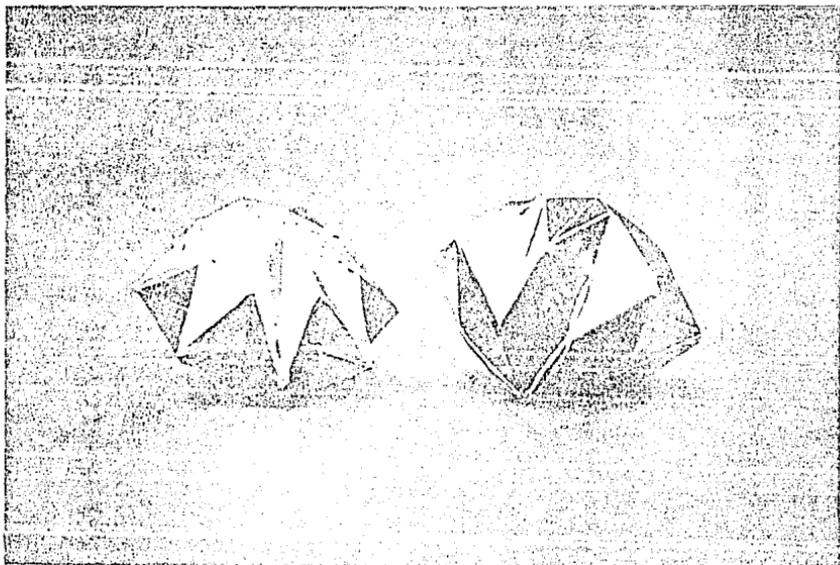
Con el correr del tiempo, las condiciones cambian, de igual manera que las necesidades. El cubismo llega imponiendo las bases de una nueva concepción estética. La perspectiva tradicional cede terreno a la fragmentación o análisis que de la imagen hace esta corriente, misma que, sin retroceder en mucho, genera una amplia gama de corrientes que sientan sus bases formales en la geometría, corrientes éstas cuyos efectos estéticos podemos apreciar en las esculturas del minimal art.

Por otro lado, el origami, siendo esta una técnica que hasta el momento se ha visto minimizada en importancia, nos ha dado muestras de su valor plástico en la ejecución no ya de figuritas de animales o de fantasía, sino que se ha revelado como un valioso auxiliar para introducirnos al estudio de la geometría tanto del plano como del espacio, pues en el presente trabajo,-

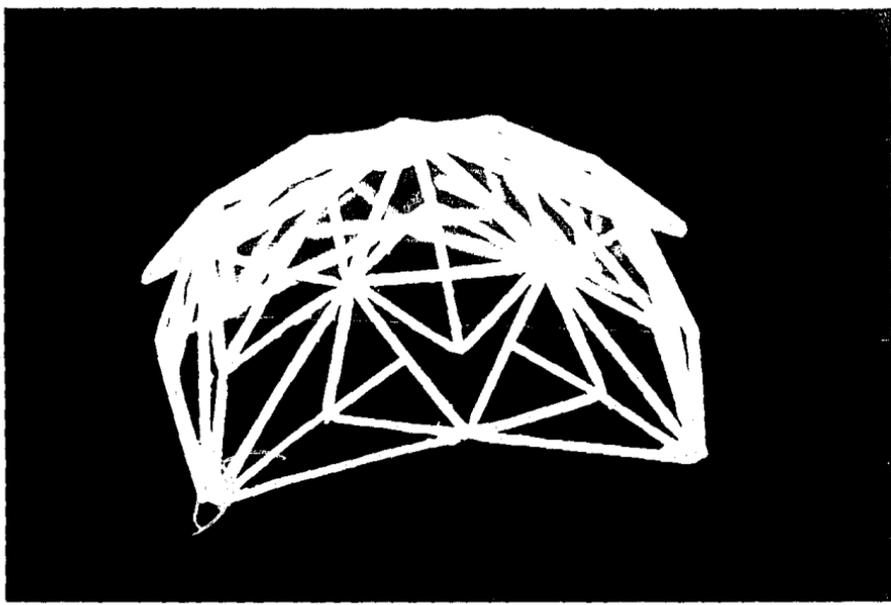
además de los modelos en origami de los poliedros vistos en páginas anteriores, hemos obtenido una serie de redes geométricas mediante cuyo ordenamiento espacial es posible construir los modelos de los domos poliédricos que aquí presentamos.

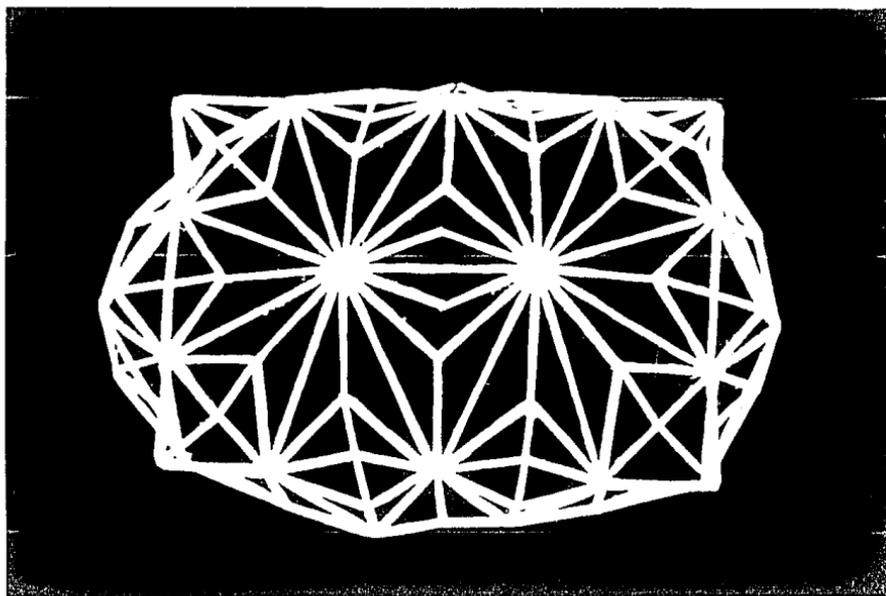
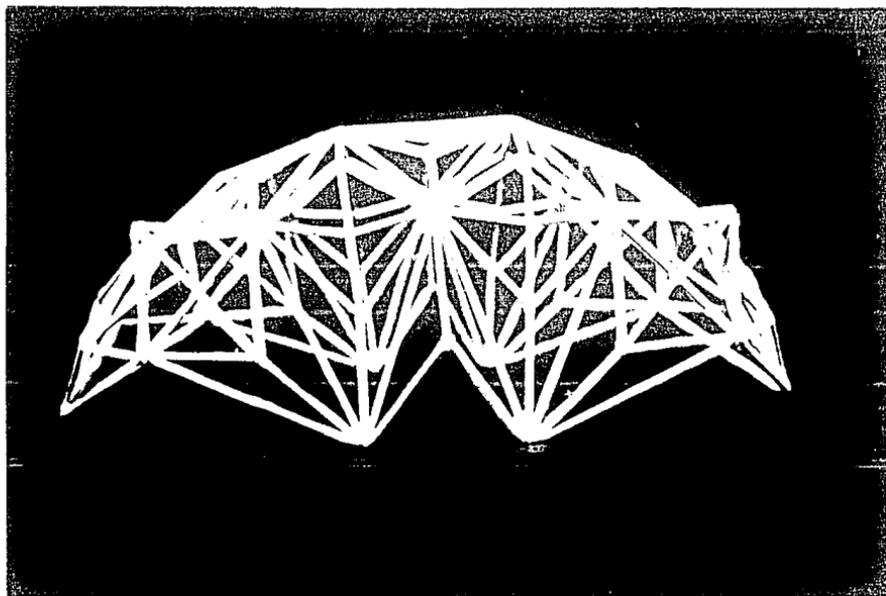
Dada la naturaleza de los resultados obtenidos en esta investigación, podría pensarse que éstos, más cercanos a otras áreas como la ingeniería o la arquitectura, poco tienen de artísticos. Pero no debemos olvidar los planteamientos hechos por los constructivistas que, en su Manifiesto del Realismo, proponían "... edificar nuestra obra del mismo modo que el universo conforma la suya, del mismo modo que el ingeniero construye los puentes y el matemático elabora las fórmulas de las órbitas".

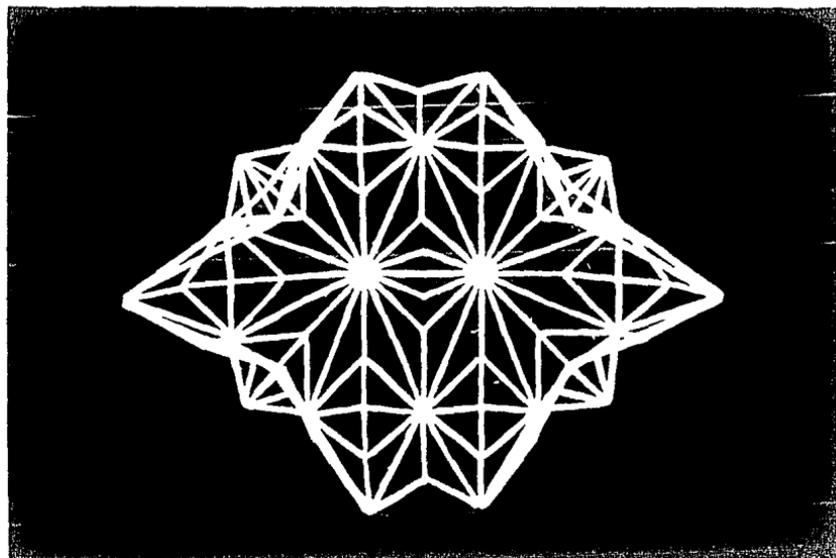
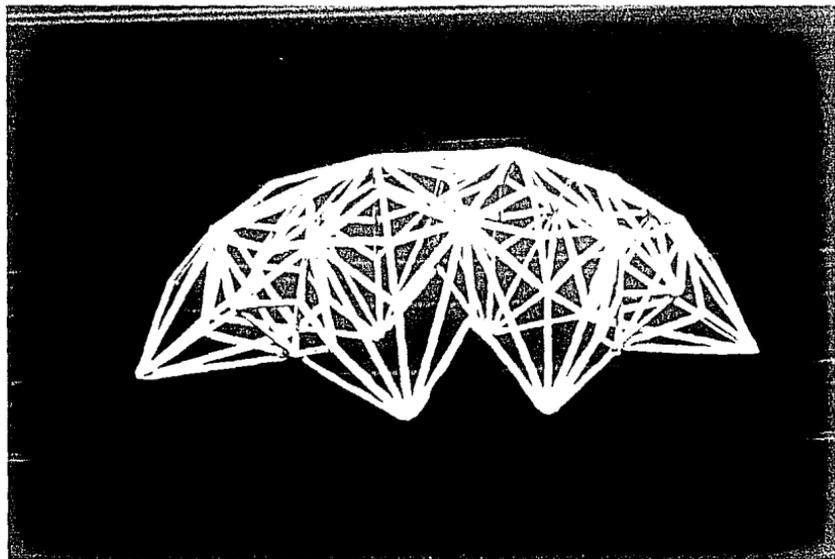
Con estas bases pienso yo que se dió un paso enorme dentro del arte, pues el artista por ningún motivo debe permanecer al margen de los avances de la ciencia atendiendo a prejuicios que sólo limitan su visión y coartan su potencial creativo.

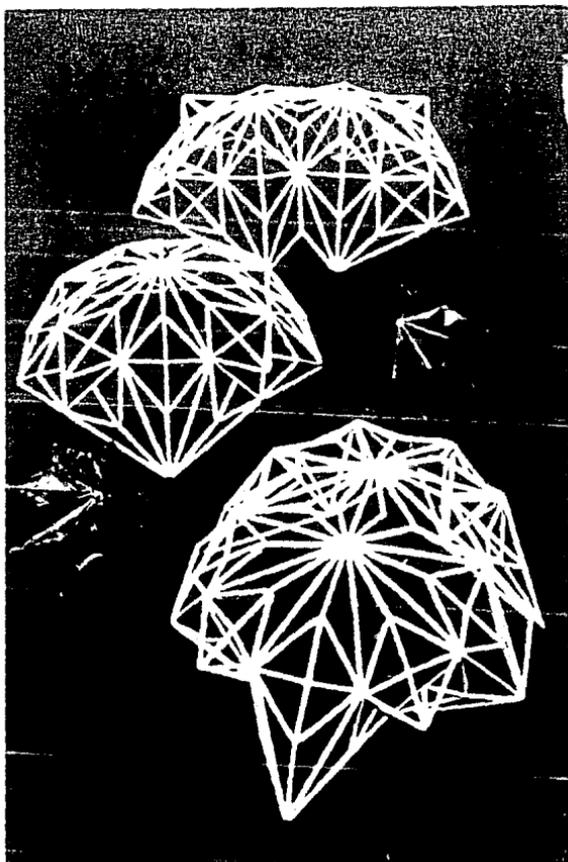


ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA









¹ BIBLIOGRAFIA

Alberto Editor-Corazón
CONSTRUCTIVISMO
Comunicación no. 19, Madrid, España, 1973.

Chabbert, André
ESCULTURAS EN PAPEL
Instituto Parranon, Barcelona, España, 1973.

Ghyka, Matila G.
ESTETICA DE LAS PROPORCIONES EN LA NATURALEZA Y EN LAS ARTES
Ed. Poseydon, Barcelona, España, 1977.

Kepes, Gyorgy
LA ESTRUCTURA EN EL ARTE Y EN LA CIENCIA
Novaro, México, 1970.

Krichlow, Keith
ORDER IN SPACE
Oxford Press

Malevich, Kazimir
DEL CUBISMO AL SUPREMATISMO: EL NUEVO REALISMO PICTORICO
Ed. Grijalbo, México, 1975.

Micheli, Mario de
LAS VANGUARDIAS ARTISTICAS DEL SIGLO XX
Ed. Alianza, Madrid, España, 1979.

Ogawa, Hiroshi
TRABAJOS EN PAPEL (THE ART OF PAPER-CRAFT)
London, Batsford, 1971.

Read, Sir Herbert Edward
BREVE HISTORIA DE LA PINTURA MODERNA
Serbal, Barcelona, España, 1984.

Sánchez Vázquez, Adolfo
ESTETICA Y MARXISMO
Ed. Era, T.II, México, 1980.

Walker, John Albert
EL ARTE DESPUES DEL POP
Ed. Labor, México, 1975.

Engel, Heinrich
SISTEMAS DE ESTRUCTURAS
Ed. Blume, Madrid, España, 1970.