

10



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ARTES PLÁSTICAS

“LA INGENIERÍA DEL PAPEL COMO EXPRESIÓN PLÁSTICA”



T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN ARTES VISUALES

PRESENTA

LAURA ALICIA CORONA CABRERA

DIRECTOR: MTR. JAIME RESÉNDIZ GONZÁLEZ

México, D.F. 2002



DEPTO. DE ASESORIA
PARA LA TITULACION
ESCUELA NACIONAL
DE ARTES PLÁSTICAS
XOCHIMILCO D.F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.



**Dedico este trabajo a mis padres y hermanos,
a la familia Torres y a todas las personas
que directa o indirectamente me han apoyado
todos estos años, durante los intensos 95 y 97.
En particular a Jorge Torres quien ha sido mi apoyo,
mi compañero, mi amigo y a quien amo profundamente.**



El arte consiste en dar forma a una idea
Vincenç Furió



INTRODUCCIÓN	1
PRIMERA PARTE	6
EL HOMBRE CREADOR Y EL ARTE	6
EL ARTE COMO EXPRESIÓN	6
EL ARTE COMO ACTO CREATIVO	11
EL ARTE COMO MEDIO DE COMUNICACIÓN	15
ELEMENTOS FORMALES DEL MENSAJE EN LAS ARTES VISUALES	19
LA INFORMACIÓN	19
EL SOPORTE VISUAL	20
EL PAPEL COMO HERRAMIENTA PLÁSTICA	38
FABRICACIÓN DEL PAPEL	42
TIPOS DE PAPEL	47
MANEJO DEL PAPEL	48
SEGUNDA PARTE	51
ANÁLISIS ESTÉTICO DE LA INGENIERÍA DEL PAPEL	51
LAS DIMENSIONES DE LA INGENIERÍA DEL PAPEL	54
LA PERCEPCIÓN	67
LA INGENIERÍA DEL PAPEL	75
TÉCNICAS BÁSICAS DE LA INGENIERÍA DEL PAPEL	83
PROYECTOS DE INGENIERÍA DEL PAPEL	95
CRISTAL DE HIELO	98
LIRIO ACUÁTICO	100
ÁNGEL CAÍDO (ESCU LTURA DE LÍNEAS)	102
CONCLUSIONES	107



INTRODUCCIÓN

Cuando pensamos en la palabra “papel” inmediatamente se nos viene a la mente la hoja blanca que se utiliza todos los días para oficios, cuadernos o libros. En nuestro mundo el papel siempre ha sido un importante protagonista del desarrollo de la cultura, el vehículo de comunicación por excelencia, y está presente en la vida diaria de modos que algunas veces pasan desapercibidos; desde el periódico que diariamente nos proporciona información, hasta el muy necesario papel higiénico pasando por la gran masa de documentos de identificación que salvaguardan nuestra identidad y que debemos conservar durante toda la vida. En realidad, si lo reflexionamos, estamos rodeados de papel en una gran cantidad de productos: bolsas, empaques, cajas, papel tapiz, artículos para decoración, tarjetas y documentos de diversa índole; además los hay en infinidad de colores, diseños y presentaciones, sin contar con la variedad de artículos de papel reciclable, es decir, que por las características del material de su elaboración, éstos pueden ser aprovechados para fabricar otro objeto una vez que el producto se desecha.

Con esto podemos darnos cuenta de que el papel se ha convertido en mucho más que un vehículo para la comunicación escrita y su utilización va más allá de los procesos convencionales que solían presentárnoslo como un mero soporte para escribir o para dibujar.

El papel es el resultado de la mezcla de fibras vegetales, agua, aglutinantes y en algunos casos pigmentos; su proceso de fabricación básicamente consiste en licuar estos materiales para obtener una pulpa de textura suave que después se deja secar en forma plana. Las cualidades de flexibilidad, textura, elasticidad —y aún la mucha o poca resistencia del papel— se pueden manipular durante la fabricación. Estas particulares propiedades hacen del papel un material que posee un gran potencial artístico.

Los procesos de experimentación plástica han llevado a los artistas a crear obras cortando, perforando, rasgando, doblando o esculpiendo papel, sin olvidar que su fabricación a mano es una alternativa de expresión plástica que resulta muy interesante debido a la amplia



gama de posibilidades creativas que ofrece manipularlo, mezclándolo y combinándolo con otros materiales, texturas y colores.

El manejo del papel constituye una alternativa eficaz para explorar amplias posibilidades creativas, puesto que éste se ha explotado artísticamente desde la antigüedad de muy diversas maneras. En México, China, Polonia y en algunos otros países se han realizado durante mucho tiempo trabajos en este material, como por ejemplo el *papel picado* que se utiliza como decoración o la cartonería para confeccionar diversos artículos en las festividades populares. Por las características de su elaboración, los procedimientos para trabajar el papel se dividen en dos categorías: métodos húmedos y métodos secos.

Los métodos húmedos (*papel maché, pulpa de papel y elaboración de papel*) son más espontáneos, decorativos y conllevan menos cálculo en su elaboración que los métodos secos (*origami, decoupage, canutillos, entretrejos, collage, empaque y envase, ingeniería del papel y escultura en papel*) cuya característica en general es que se emplean técnicas de doblez, cálculos geométricos y cortes precisos.

El objetivo de este trabajo es hacer un análisis de los procesos creativos y construcción de la ingeniería del papel, arte que combina elementos de la escultura en papel con el tipo de recorte y doblez semejante al que se aplica en el origami. En general, la ingeniería del papel se pueden definir como "la construcción diseño y planeación de estructuras formadas por una o varias piezas de papel colocadas entre una hoja doblada por la mitad, que al abrirse se auto-erigen con la ayuda de estratégicos dobleces o de membranas adheridas".

Algunas técnicas de la ingeniería del papel se conocen más popularmente por su aplicación en tarjetas comerciales y libros infantiles. En este trabajo se van a estudiar las técnicas básicas distribuidas en dos grupos: las que se construyen sobre una hoja de soporte abierta a 90° (*Troquelado, Troquelado ranurado y*



Escenario) y las que se construyen sobre una hoja de soporte abierta a 180° (*Abanico, Silueta, Espiral, Tienda de campaña, Cilindro, Hexágono, Caja y Cubo*).

Un segundo objetivo es la realización de una propuesta artística que surja a partir del análisis de los elementos formales que componen a la ingeniería del papel.

Cabe hacer la aclaración de que este trabajo se centra en las técnicas de la ingeniería del papel que *construyen forma*, pues bajo esta denominación también se circunscriben algunas más que tienen como objetivo crear diversos juegos de transformación visual con piezas deslizables, solapas, ventanas, mecanismos elásticos, etc. Por otro lado es conveniente agregar que las técnicas expuestas en este trabajo también se conocen como *origami arquitectónico*, sin embargo se optó por emplear el término *ingeniería del papel* como un equivalente del inglés *pop-up* con lo que se pretende una definición más explícita en cuanto a la manipulación del material y los efectos que se obtienen en los procesos de creación artística.

El principal antecedente de la ingeniería del papel lo constituye el arte oriental del origami; la palabra *origami* es un vocablo japonés compuesto por las palabras *ori* que significa doblar y *kami*, que quiere decir papel, al unir ambas se convirtió en origami o “papel doblado” una técnica que mezclaba las habilidades manuales del trabajo en papel con la filosofía y la meditación. La práctica del origami en Japón es considerada una actividad que fortalece el espíritu y desarrolla la paciencia, por lo cual no es una labor exclusiva para los niños como podría suponerse debido a la aplicación que se le ha dado en Occidente. Algunas reglas de trabajo del origami incluyen la prohibición de usar tijeras y pegamento, ya que todo debe ser doblado, cortado y ensamblado manualmente, lo que garantiza la pureza y limpieza en el acabado de las obras.

Existe muy poco material bibliográfico relacionado con la ingeniería del papel, sin embargo se localizaron tres publicaciones que se especializan en su estudio: *Esculturas de papel* de Sergio Zepeda Cabrera, que se restringe a la técnica del troquelado y sus variantes;



Make it with paper. Paper pop-ups, de Paul Jackson, un libro que se puede considerar como el más completo debido a que enseña a construir varias técnicas con el método de instrucción "paso a paso" y por último *Enciclopedia de origami y artesanía del papel*, también de Paul Jackson es una publicación que aunque no se centra únicamente en la ingeniería en papel, sino en la diversidad de posibilidades para trabajar con este material, contiene una gran cantidad de imágenes entre las que se pueden encontrar diseños de artistas plásticos y estudiantes de todo el mundo, lo que da una idea muy clara del nivel de desarrollo que se ha logrado en otros países en estas áreas.

A lo largo de la investigación, se pudo observar que esta escasez en el material bibliográfico puede ser causa de que exista un desconocimiento de la ingeniería del papel por parte de los artistas visuales y diseñadores, puesto que anteriormente los artistas interesados en aprenderla debían recurrir a desarmar tarjetas o libros para reproducir las técnicas y los procesos de ensamblado.

Sin embargo, aunque estas prácticas no siempre garantizan el conocimiento de las técnicas, ni ayudan al artista a aplicar sus fundamentos, sí resulta un buen ejercicio, pues desarrolla cierta habilidad para conocer la construcción de las formas y los procesos de movimiento que realizan los modelos al desplegarse y contraerse. De esta forma, aunque este trabajo no pretende ser un manual de técnicas de ingeniería del papel, sí está pensado para auxiliar a todos los interesados mediante la recopilación y la exploración de ciertas técnicas clave, sobre todo aquellas que generan formas y movimiento.

La primera parte de este trabajo se enfoca en el análisis de los procesos creativos del artista plástico y su apropiación del arte desde tres niveles: como un medio para expresar sus sentimientos, como un acto creativo en sí mismo y como un medio de entablar comunicación con sus semejantes. Para dar claridad a todo el proceso creativo del artista visual, se incluye una sección que analiza los elementos formales del mensaje, así como las cualidades del soporte visual y las herramientas de que se vale el artista.



En la segunda parte se hace un examen de la ingeniería del papel, analizando los elementos estéticos dimensionales que la constituyen: la bidimensionalidad del plano del que parte y las formas tridimensionales que construye, así como también los principios perceptuales que intervienen en el proceso de acercamiento a la ingeniería del papel. Asimismo se hace una semblanza de las funciones del papel como herramienta plástica estudiando los procesos que se siguen para su fabricación y se dan algunos datos acerca del mejor modo de cortarlo o doblarlo. De igual forma se hace un estudio de las técnicas básicas que se han seleccionado por las características arquitectónicas que las distinguen y por último, se presentan propuestas de diseños escultóricos en ingeniería del papel.



PRIMERA PARTE

EL HOMBRE CREADOR Y EL ARTE

Una de las acepciones que tiene la palabra *arte* es la siguiente: “la obra humana que expresa simbólicamente mediante diferentes materias, un aspecto de la realidad entendida estéticamente”.¹ Al analizar esta frase se puede observar que hay una referencia al arte como producto del pensamiento y sentir del hombre, su relación con el entorno, la problemática existencial a la que se enfrenta día con día y los materiales de que se vale para llevar a cabo la obra artística; además de la utilización de un lenguaje especial de símbolos y códigos para transmitir una amplia gama de mensajes a partir de los elementos formales de que dispone, tales como líneas, colores, planos, volúmenes, etc.

EL ARTE COMO EXPRESIÓN

La obra de arte nace de la necesidad del ser humano de enfrentarse a sí mismo a través de ella, pues el hombre se reconoce al observar su obra depositada en el mundo. Si el artista realiza una constante búsqueda de la verdad en términos de los valores universales como son belleza, libertad, justicia, amor, etc., es porque en él hay una imperiosa lucha por *autodefinirse*, es decir, definiéndose logra encontrar la explicación a la problemática de la existencia. Él es el resultado del objeto de su deseo, pero también y de una manera intrínseca, de lo que no es de su interés, porque lo que no lo motiva también lo define. Existe como un artista por las obras de su factura, pero deberá correr tras de las obras que aún no ha realizado y que le darán, por lo mismo, sentido y orden a su existir.²

Frente a la obra el artista se ve a sí mismo reflejado con toda la carga emocional y la energía que le imprimió, así, una vez que ésta deja de ser manipulada, continúa viviendo una existencia

¹ Ramón García Pelayo Gross. *Pequeño Larousse Ilustrado*. Ediciones Larousse, México, 1999.

² Osvaldo López Chuhurra. *Estética de los elementos plásticos*. España, Editorial Labor, 1975. pp.13-20.



independiente a él y se convierte en un objeto hecho con materia plástica y ubicado en el universo representando un tiempo y un espacio. Al lanzar al mundo un objeto, está reiterándose el título de *creador* que el hombre sustenta.

Ahora bien, definir qué es y qué no es una obra de arte, desde el punto de vista del autor es un asunto exclusivamente de índole personal, pues no es la claridad de exposición del tema, ni el virtuosismo con el que se haya ejecutado la técnica los que hacen tal designación; es el hombre mismo que al involucrar factores estéticos (lo que considera bello, feo, grotesco, etc.) y culturales (el conjunto de conocimientos que constituyen la educación) lo orientan para hacer una selección y denominación, pero basándose principalmente en la validez del mensaje planteado.

Para realizar una obra, el artista recurre a elementos disponibles en su interior y a su alrededor. Esta búsqueda tan necesaria que realiza hacia su interior parte de un importante punto focal que es la memoria; ésta es una fuente de la que recopila información almacenada, pero de la que va a seleccionar solamente los detalles perceptuales que sirvan como un medio de cultivo para generar ideas que al ser debidamente procesadas por el intelecto acarrearán, por sí solas reflexiones estéticas.

La otra búsqueda es la realizada al exterior, en los acontecimientos cotidianos cargados de detalles inesperados que tienen en potencia, las cualidades necesarias para ser integrados en un propuesta valiosa que, en determinado momento sea elevada al nivel de una obra de arte.

Cabe aclarar que esto no quiere decir que cada experiencia perceptiva del ser humano pueda ser elevada al terreno de lo artístico, más bien, hace referencia al hecho de que el individuo creador tiene capacidad de traducir su realidad en términos que conviertan el suceso en algo que valga la pena ser analizado estéticamente. Gran parte de la información que se recibe es recopilada por los sentidos que cumplen la función de enviar al cerebro datos perceptuales del mundo exterior, que es todo lo que está fuera del espacio abarcado por el cuerpo físico; por ejemplo, la



sensación que se experimenta al tomar el sol es información que el sentido del tacto, al estar extendido por todo el cuerpo, envía sin cesar datos que posteriormente serán cotejados y utilizados para hacer comparaciones de naturaleza táctil y térmica.

Al transformar el evento en un planteamiento artístico, la percepción ya no es sensorial, es decir, no se queda en el nivel de los sentidos llamados externos (vista, gusto, tacto, olfato y oído) y con los cuales se entra en contacto con el mundo físico a través de la información que proporciona cada uno de ellos. La experiencia es entonces una manifestación más profunda, convirtiéndose en un auténtico planteamiento estético, que por el contrario, puede tener un origen racional basado exclusivamente en los datos que se reciben y procesan en la mente. Las experiencias cotidianas llevan consigo una carga emocional que se traslapa a la obra de arte imprimiéndole la fuerza y el matiz con el que se podrá emitir a su vez un determinado mensaje.

Además de los sentidos, el artista produce sus obras valiéndose de otras facultades como son la sensibilidad, la inteligencia y la imaginación³, factores esenciales para que la actividad artística o plástica se desarrolle. Se requiere de la sensibilidad para seleccionar de todo el cúmulo de experiencias aquellas que por sus características provean al artista de una experiencia valiosa que merezca ser elevada al nivel de una obra artística.

Es también necesario el intelecto, mediante el cual se realiza la organización de los razonamientos y el enlace con la información recibida para sistematizar y ordenar la totalidad de los conocimientos adquiridos y finalmente, pero no por ello menos importante, se debe echar mano de la imaginación que aunada a la creatividad proporcionan al artista la materia prima que más adelante va a moldear y amasar de acuerdo con sus preferencias personales para convertirla en un lenguaje particular.

³ Juan Acha. Expresión y apreciación artísticas. México, Editorial Trillas, 1993, p.21.



Para apreciar una obra de arte deben tomarse en cuenta dos puntos que constituyen los hitos referenciales mediante los cuales se puede efectuar una interpretación acertada y correcta lectura.

- I. Lo *anecdótico* o *narrativo*: es la lectura de las formas representadas en la obra por medio del estilo. Color, línea y materia son las cualidades preponderantes, esta etapa de la interpretación del mensaje contiene una gran carga de información puesto que las formas se desenvuelven para integrar la parte narrativa de la obra, la historia que nos refiere el autor, el asunto que se cuenta al representar objetos pintados, esculpidos o dibujados, es decir, el hecho ilustrado.
- II. El *tema*: es el resultado del análisis y concatenación de los símbolos inherentes en las formas y sus significados. Por lo general es un concepto ético, estético o de naturaleza cotidiana, que puede ser expresado en breves palabras, a diferencia de lo anecdótico que requiere de una explicación más larga y detallada porque se necesita relatar un hecho que fue plasmado por medio de imágenes y formas.⁴ El tema es el verdadero mensaje que el artista propone, auxiliándose de formas, compuestas a su vez por colores y trazos.

Por ejemplo: un cuadro en el que el artista plasma por medio de formas, compuestas a su vez por colores y trazos, a un hombre al lado de su perro en una pradera, cuenta una historia, un instante que flota en un espacio congelado de movimientos y expresiones, ubicando la situación en un lugar y un tiempo determinados. El pintor hace uso de las imágenes para narrar un suceso cotidiano que por sí solo trata de hacer llegar al espectador un determinado mensaje que cada persona interpretará de acuerdo a su bagaje cultural; pero a la vez existe un tema, mismo que está expresado por los símbolos subyacentes en las figuras, los colores, las estructuras compositivas y los elementos formales. Por lo tanto el tema de la pintura en este ejemplo no sería "el señor X y su perro", puesto que esto es lo que se ve representado con formas y colores. Un análisis

⁴ Vicenç Furió. *Ideas y formas en la representación pictórica*. España, Editorial Anthropos, 1991, p.194.



más profundo revelará que el pintor no se puede quedar en este nivel. Si por medio de la pintura quiere transmitir una idea o concepto, éste tal vez podría ser la amistad o la fidelidad representadas simbólicamente en la figura del perro y en su relación con el hombre a quien sigue con respetuosa obediencia. En otras palabras, en el arte se deben buscar lenguajes que se encuentran bajo la aparente simplicidad de las representaciones formales.

De este modo, lo narrativo es la forma, que es el lenguaje empleado por el artista para dar corporeidad a sus ideas, mientras que el tema es el significado,⁵ es decir, el análisis de esas formas y esos significados da sentido a la propuesta del autor; no puede concebirse forma separada de significado ni viceversa puesto que en el arte éstos se reconocen siempre inmersos dentro de un mundo de posibles significantes que varían de acuerdo al contexto y a la intención con la cual se haga uso de los mismos.

Si bien hasta este momento se ha hablado de las obras que recurren a elementos narrativos que se relacionan directamente con imágenes, esto no implica que las obras abstractas excluyan una temática en sus representaciones. El arte abstracto posee códigos de lectura distintos a los del arte figurativo, ya que no se trata de imitar la realidad, sino más bien de crear otra realidad, la representación particular de una idea por medio de manchas de colores, formas, símbolos, etc. Por ello el artista de tendencia abstracta solicita del espectador el uso de la imaginación y una gran capacidad de interpretación para abordar estas obras, puesto que elimina por completo la figuración liberándose a la vez de todas las reglas que ésta le impone (como la perspectiva o el claroscuro). Mientras que en una pintura figurativa llama la atención la infinidad de detalles, en una abstracta la atención se distribuye entre la totalidad de la obra, que existe como un pequeño universo. El pintor abstracto busca que se perciban las características formales en su estado puro, al utilizar colores primarios, figuras geométricas o líneas sencillas.

⁵ *Ibidem*, p.184.



EL ARTE COMO ACTO CREATIVO

Transformar la realidad de la vida cotidiana en ese evento cargado de cualidades y potencial artístico significa también tener la capacidad de rescatar trozos esenciales con los que se pueda armar, configurar y fusionar un objeto o producto que pueda ser llamado obra artística. Esto significa ser creativo, pero, ¿qué es la creatividad?. En términos generales se puede decir que es la búsqueda de soluciones alternativas a situaciones comunes, es decir, proponer múltiples variables de las constantes. Al aprender algo es necesario repetirlo una y otra vez para asegurar el dominio del tópico en cuestión, habiendo logrado este objetivo se procede a intentar algunos cambios, seleccionando las mejores propuestas, hasta conseguir una idea original, la cual partió de una experiencia común pero que sumada a la imaginación se convierte en una idea fresca y renovada.

En el momento que el artista se plantea la problemática del cambio y la modificación, comienzan a activarse de lo profundo de la mente los mecanismos que proporcionarán la materia prima necesaria para desarrollar y más adelante aplicar las propuestas que resuelvan el conflicto generado al plantear las posibilidades del cambio.

Es fundamental tener un cierto dominio sobre las técnicas y procedimientos propios de las áreas que se pretenden transformar, de otro modo, se corre el riesgo de suponer que se han logrado grandes avances creativos, cuando solamente se está dando el desarrollo lógico que trae consigo la maduración artística. En este sentido el artista es creativo e innovador en pocas ocasiones, pues deja de serlo justamente en el momento en que alguna de esas modificaciones le causen una sensación de completa aceptación al producto realizado. Al llegar a este punto se dedica a imitarse repitiendo una y otra vez la fórmula que le trajo el reconocimiento y abandona toda búsqueda creativa.

Es importante reconocer en este planteamiento que, aún cuando se requiere de un enorme grado de libertad e ingenio, no es posible proponer y por consiguiente transformar algo que no se conozca,



por ello, en el campo de las artes plásticas, las propuestas creativas deben estar fundamentadas en la práctica de las habilidades manuales, visuales, sensitivas e intelectuales propias del campo desarrollado: *"El conocimiento y la experiencia son decisivos para la radicalidad, alcances y valía de toda innovación"*.⁶

El artista es quien da el toque de vida a los objetos, ya sean pinturas, telas, lápices, piedras, maderas o cualquier material que sea empleado para expresar ideas con un interés artístico, existen independientes a la creación artística, pero es el artista quien las ubica en un lugar separado de la concepción de *cosa* para colocarlas en el mundo *arte*, es decir, si la materia no es depositada en un sentido y con una finalidad creativa, no trascienden más allá de ser simples objetos inertes, pasivos; y es el hombre en su papel de creador quien con su poder demiúrgico sobre los objetos les imprime el aliento de vida que necesitan para comenzar a *vivir* independientes de él. No importa si la pieza creada es una pintura sumamente elaborada y cargada de detalles, una escultura o una obra de arte efímero: *"El poder demiúrgico del pintor reside en que hace que la materia exista como materia"*.⁷

El hombre es a la vez autor y espectador de los objetos que realiza. Observar la obra de arte transforma su pensamiento, puesto que encuentra una visión de sí mismo que le devuelve como en un espejo, las ideas y las emociones que internamente expresó traducidas en imágenes y forma.

La relación existente entre el espectador y la obra se fundamenta en el análisis de los diferentes lenguajes inmersos en la variedad de niveles de observación que de ella hace, algunos basados en la previa experiencia estética, mientras que otros se relacionan con el conocimiento primordial de la naturaleza creadora del ser humano y su actividad productiva dentro del mundo, que nunca deja de ser una incansable construcción de preguntas y su consecuente búsqueda de respuestas.

⁶ Juan Acha. *Op. Cit.* p.149.

⁷ Roland Barthes. *Lo obvio y lo obtuso. Imágenes, gestos y voces.* Barcelona, Ediciones Paidós, 1986, p.182.



De esta manera, se destacan cuatro niveles de percepción desde los que se permite la apropiación de la obra que en conjunto constituyen fundamentalmente las raíces de todo el ciclo de la creación plástica, y son:⁸

- a) La cultura: ha sido orientada a partir de los códigos del pensamiento del mundo occidental. Así, se puede decir que este conocimiento define cuáles son los parámetros desde los que se enfoca la obra de arte y cuáles son los puntos de partida desde los que el conocimiento cultural de cada individuo le permiten abordarla, para con ello aproximarse teniendo una postura definida y ubicándola dentro de un período histórico, una corriente estética o una actitud filosófica. La cultura es pues, un concepto distinto para cada individuo ya que está forjada por una serie de factores imponderables difíciles de controlar.
- b) El placer: mismo que permite separar la obra de todas las connotaciones culturales e intelectuales para dejarla *ser* y simplemente disfrutarla sin complicaciones y hasta con cierto júbilo por su creación. El placer estético se relaciona con la capacidad de observación y desarrollo sensorial que cada individuo posee, es por eso que las habilidades creativas generan el estímulo necesario para obtener la respuesta placentera al acto creativo.
- c) La memoria: con ella se encadenan los pensamientos y las emociones, además se permite la retroalimentación al mezclar las ideas con los recuerdos, logrando así que permanezcan en la mente los aspectos de la obra que, por su interés, puedan generar nuevas experiencias creativas.

La memoria nos ata a la realidad, mientras que la fantasía nos aleja de ella para ver lo que no existe; nos hace ver cosas inexistentes e imprevisibles.⁹

⁸ Roland Barthes. Op. Cit. p.194-195.

⁹ Juan Acha. Op. Cit. p.149.



Por ello la memoria es esencial durante el proceso creativo para poder dejar volar la imaginación hacia lugares a los que normalmente no se tiene acceso y así contar con una amplia variedad de propuestas, todas ellas fundamentadas en la capacidad de la mente de aprovechar las cualidades lúdicas que la imaginación posee. Gran parte del trabajo que realiza la memoria es ubicar a la mente en un tiempo y un espacio para con ello fijar la información que se recibe dentro de un campo perceptual y así realizar la comparación y comprobación de los datos.

- d) La necesidad de producción: o de re-producir que experimenta el espectador de una obra de arte se transforma en deseo de imitar y recrear lo que tiene ante sus ojos, los volúmenes y las formas, los movimientos, los trazos, las manchas, en pocas palabras el gesto pictórico; al principio fallará quizá, pero más adelante logrará un nuevo y verdadero lenguaje propio. Así se cierra el ciclo que reafirma al hombre como un ser creador por naturaleza y que inicia con el acto pasivo de observar, para después analizar, ver hacia el interior y finalmente abandonar la actitud estática para culminar con el acto creativo.

Si bien es cierto que las diversas lecturas que cada individuo hace de una obra de arte determinan su aceptación o rechazo de la misma, esto no significa que no existan una serie de consideraciones previamente planteadas y que resultan esenciales para la correcta apreciación de una obra de arte. Entre éstas se encuentra la ubicación de la misma dentro de un período histórico para con ello determinar el enfoque que el artista le dio. Esto ayuda a tener una visión panorámica de los procesos creativos que hicieron posible su creación.

Es importante observar que no se trata de seguir reglas o pistas que den al arte el enfoque de un conocimiento exclusivo de iniciados en el tema; más bien, son puntos de apoyo a los que se debe recurrir para tener una visión más certera y fidedigna de la obra y de lo que su autor quiere decir con ella, para lo cual es necesario reflexionar en el tiempo y espacio que rodearon su creación.



EL ARTE COMO MEDIO DE COMUNICACIÓN

A través del tiempo el hombre ha buscado los medios de comunicación que satisfagan las exigencias de interactuar con sus semejantes. El disponer de distintos materiales y utensilios ha sido un factor decisivo en el desarrollo de la comunicación.

Desde que el habitante de las cavernas utilizó imágenes de animales en sus cuevas quizá con una determinada finalidad mágico-religiosa; el hecho es que dejó testimonio permanente de la enorme necesidad de comunicación que es intrínseca al ser humano, por ser un individuo que habita en sociedad.

No se debe olvidar que el arte además de ser un medio de expresión y de creación, también es un medio de comunicación. Es un lenguaje que requiere el uso de códigos especiales con características propias que, por su gran amplitud no tiene una lectura única. Un mismo concepto puede ser representado de muchas maneras, pues cada individuo piensa y siente de modo diferente ya que tiene una experiencia y conocimiento particular del mundo.

Esta diversidad de visiones se puede apreciar dando una revisión a la historia del arte, con facilidad se advierte que las técnicas plásticas son solo herramientas de las que se han valido los artistas para expresar ideas, pensamientos y sentimientos. Los modos de manipular la materia y depositarla sobre las superficies o de combinar los elementos plásticos puede cambiar, dando como resultado variantes que en su momento lleguen a crear importantes innovaciones que forjen nuevas escuelas y tendencias artísticas, pero en esencia la aplicación más concreta del arte sigue siendo la misma: entablar comunicación, emitir mensajes y suscitar respuestas.

Una obra de arte es lo que el artista quiere expresar, pero también es lo que el espectador lee en ella: las imágenes por sí solas no dicen gran cosa sin alguien que le encuentre significado basándose en su experiencia personal, su bagaje cultural y su sensibilidad artística. La capacidad del hombre de encontrar significados en el vasto mundo de información que lo rodea está estrechamente ligada a la



facultad del cerebro de buscar conexiones encadenando soluciones a posibles respuestas. De esta forma nació la necesidad de comunicación que se refleja en todas las áreas del pensamiento humano. No existe absolutamente nada que no esté emitiendo mensajes que esperan obtener respuesta y por ello se han inventado gran variedad de lenguajes, desde los símbolos utilizados en la música, las matemáticas y la ciencia en general, hasta los grafitis y los tatuajes. El paso del tiempo, las estaciones del año, el crecimiento de las plantas o el cambio del día a la noche son acontecimientos percibidos gracias a que a través de los sentidos se reciben mensajes en diversos niveles y por medio de distintos canales y lenguajes, cada uno de los sentidos involucrados captura la información para después realizar un proceso de retroalimentación y respuesta.

La manera en que se reciben y procesan estos mensajes tiene su origen en los sentidos, que funcionan como receptores captando datos para transformarlos en pensamientos o sentimientos. Los sentidos están capacitados para realizar la percepción, pero sobre todo para evaluarla y considerar las variaciones, puesto que los sentidos evalúan y registran los cambios, las alteraciones en la uniformidad, para ellos no son significativos los estado de permanencia, es decir, una pared blanca con una mancha llamará más la atención visualmente que otra totalmente blanca; lo mismo es válido para todos los sentidos y es lo que se conoce como *estímulo*. Basándose en ello los mensajes que se obtienen deben ser lo suficientemente estimulantes para generar una respuesta que satisfaga esa necesidad determinante de comunicación.

Sin esa facultad del hombre como de todo animal, para reconocer identidades a través de las variaciones de diferencia, para tener en cuenta los cambios de condiciones, y para preservar el marco de un mundo estable, el arte no podría existir.¹⁰

El arte también es el resultado de una necesidad primitiva del hombre de darle validez y permanencia a las observaciones que sus

¹⁰ Ernst H. Gombrich. *Arte e ilusión*. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1992, p.58.



sentidos registran; lejos de ser una actividad frívola carente de objetivo, se transforma en una necesidad de permanencia en el mundo.

Ahora bien, para que exista la comunicación se requiere de varios elementos, a saber: un emisor, un receptor y un mensaje. En el campo de las artes visuales el emisor es el artista que a través de la obra de arte envía información hacia el espectador que actúa como receptor del mensaje enviado. Una vez recibido el mensaje, el receptor lo procesa de acuerdo a ciertos conocimientos previamente aprendidos y desata una reacción que genera dos tipos de respuesta: una pasiva emitiendo juicios de valoración estéticos, éticos o de cualquier otra clase, o una activa reproduciendo el acto creativo.

Sin embargo, los mensajes pueden no llegar al receptor con la claridad deseada, puesto que existen diferentes filtros que deben ser superados por éste antes de ser recibido:¹¹

1. *Filtro sensorial*: en él se da por entendido que el receptor tiene todas las facultades sensitivas íntegras para percibir los detalles y las leves alteraciones que el mensaje plantea, si no es así, dicho mensaje se deforma o encuentra dificultades para ser procesado y digerido.
2. *Filtro operativo*: se necesitan ciertas aptitudes en el receptor para que haya claridad en la comunicación.
3. *Filtro cultural*: impide lecturas e interpretaciones que no estén englobadas dentro de la visión que el espectador reconozca como cultura.

Cada uno de estos filtros actúa de manera independiente y pueden causar interferencias en el proceso de la comunicación alterando el mensaje emitido o distorsionando el significado, por ejemplo los filtros sensoriales impedirán a una persona con deficiencias en el olfato, apreciar completamente la belleza de la naturaleza, en

¹¹ Bruno Munari. Diseño y comunicación visual. 13ª Edición, Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 2000, pp.84-85.



especial el olor de las flores; los filtros operativos evitarán que un individuo que no practica el deporte sea motivado por los anuncios de tenis y ropa deportiva; por último los filtros culturales no permitirán dejar pasar los sutiles mensajes inmersos en una película para alguien que no conoce el lenguaje del cine.



ELEMENTOS FORMALES DEL MENSAJE EN LAS ARTES VISUALES

Las obras de arte tienen un lenguaje particular y especializado que por medio de imágenes y formas transmite ideas, conceptos, pensamientos y sentimientos. Una imagen es una representación mental que es producida por un estímulo externo y se capta gracias a los sentidos; esto significa que se pueden tener imágenes visuales, táctiles, olfativas, etc. Cuando un sentido recibe información la envía al cerebro no como un dato aislado, sino configurada como una imagen, éste la lee gracias a la imaginación.

En el campo de las artes visuales es el sentido de la vista el que participa de manera predominante en la percepción, por ello la clasificación que se presenta a continuación se apoya en la afirmación de que son los mensajes visuales los que registran de primera mano la información que recibe el observador. De este modo el mensaje visual se divide en dos partes: la información, entendida como el asunto que se trata de registrar y por otro lado, el soporte visual que está constituido por los elementos formales que se utilizan para hacer llegar este mensaje.

LA INFORMACIÓN

Representa los datos que se espera reciba el espectador en el proceso de la comunicación, de acuerdo a la lectura hecha y al modo en que ésta pasó por los filtros sensitivos, operativos o culturales, y se clasifica de la siguiente manera:

- A. *Información práctica*: son los mensajes que están separados de cualquier planteamiento estético, pues su finalidad es hacer llegar al espectador datos de naturaleza utilitaria o funcional, que deben ser concretos y claramente interpretados con una sola posibilidad de lectura y con objetividad, por ejemplo la señalización de tránsito.



B. *Información estética*: son los mensajes que están expuestos a interpretaciones subjetivas. Se basan en gran medida en la identificación cultural y en la percepción sensitiva del espectador para integrarlos en una totalidad armoniosa, dándole significado, por ejemplo una fotografía, un cartel o una pintura.

EL SOPORTE VISUAL

Son los medios de que se vale el emisor para hacer llegar la información de una manera certera al receptor. Sus elementos hacen visible al mensaje de acuerdo a una serie de características que lo constituyen y son: forma, textura, estructura, movimiento y color.

FORMA

Es el espacio que está delimitado y separado de un ambiente o entorno que lo rodea llamado fondo; basándose en un análisis visual se puede hacer una interpretación comparativa contraponiendo fondo a forma para lograr captar sus cualidades constitutivas. Existen diferentes clasificaciones de lo que puede ser denominado *forma*:¹²

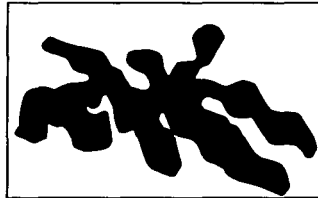
- I. **Punto**: es la mínima expresión de la materia visual y la más pequeña división de la forma, su configuración es por lo común la de un círculo compacto, por lo que no existe en él ángulos, ni dirección.
- II. **Línea**: se define como la sucesión continua de puntos o la trayectoria que dibuja un punto al desplazarse. La línea se encuentra en el borde del plano e indica posición y dirección dada en un espacio bidimensional.
- III. **Plano**: es la figura que construyen dos puntos que parten de direcciones distintas efectuando ángulos o curvas hasta llegar a encontrarse delimitando un espacio. El plano tiene sólo dos

¹² Wucius Wong. Fundamentos del diseño bi y tri-dimensional. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1982, pp.11-15.

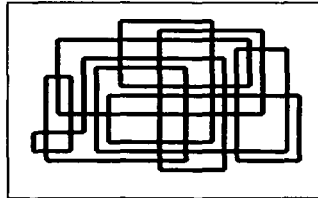


dimensiones que son largo y ancho. Las formas planas se distinguen de la siguiente manera:

- *Formas orgánicas*: remiten directamente a estructuras resultantes de la representación y abstracción de manifestaciones provenientes de la naturaleza o a las partes y órganos que conforman a los seres vivos; por estas características, insinúan fluidez y movimiento.



- *Formas geométricas*: son las figuras básicas de la geometría plana o bidimensional (círculo, triángulo, cuadrado) cada una con diferentes cualidades compositivas que cumplen determinadas leyes matemáticas para su construcción. Su utilización puede sugerir rigidez y orden.



IV. Volumen: está conformado por la unión de varios planos que envuelven un espacio creando una figura de manera compacta. Aunque el volumen implícitamente indica una tridimensionalidad, es decir, que cuenta con tres dimensiones

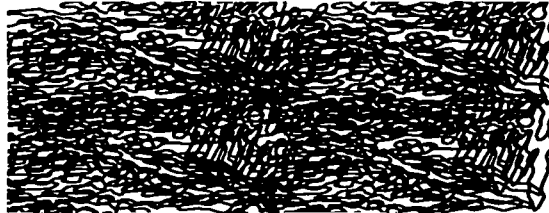


espaciales: alto, ancho y fondo, se pueden representar volúmenes de manera bidimensional (pintados o dibujados) aunque bajo estas circunstancias éste resulta ilusorio.

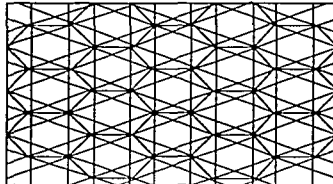
TEXTURA

Las texturas son los accidentes visuales o táctiles en una superficie, las cuales la sensibilizan haciéndola más perceptible, más expresiva; está conformada por elementos repetidos y distribuidos de manera regular o irregular sobre una superficie. La densidad o la separación de esos elementos determina el grado de identificación y percepción visual que el espectador tenga de ella. Las texturas pueden ser de dos tipos:

- Orgánicas: que integran en su composición la repetición de formas rescatadas de la naturaleza.



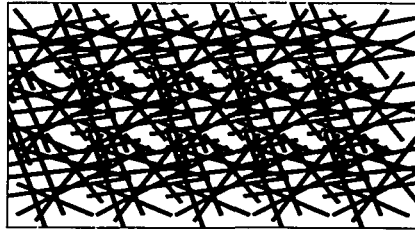
- Geométricas: que estén compuestas por las combinaciones de formas rigurosamente geométricas o juegos visuales obtenidos con tramados de líneas verticales, horizontales, diagonales, curvas, círculos, etc.



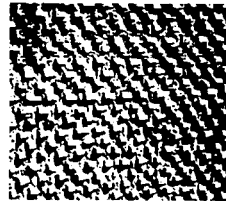
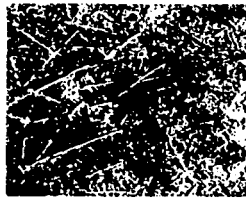


Pero por sus cualidades físicas, las texturas se clasifican en:

- I. *Texturas visuales*: aquellas que están realizadas sobre un soporte de dos dimensiones y con escaso o nulo relieve. Los efectos visuales son causados por series de puntos, líneas, manchas o colores distribuidos de modo que el ojo los perciba no por sus características individuales, sino integrados en un todo, como en un tramado o tejido.



- II. *Texturas táctiles o reales*: se presentan en superficies manipuladas con relieves, hendiduras o agregándoles materiales para producir efectos de granulado. En este tipo de textura las luces y las sombras toman un papel preponderante en virtud de que pueden ser manipuladas para proyectar formas y crear la ilusión de espacio logrando efectos de gran riqueza visual. Otra de sus cualidades es que invita al espectador a que integre el sentido del tacto en la experiencia perceptiva.



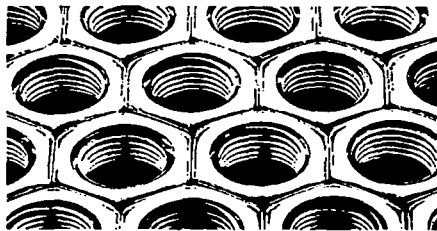
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



ESTRUCTURA

Es la construcción y acomodo de las diversas partes integrantes de un todo distribuidas con un sentido práctico para facilitar su organización. Puede estar conformada por la repetición de piezas iguales o semejantes unidas entre sí, o por módulos tridimensionales dispuestos de modo que en conjunto sean parte de otra organización estructural mayor. En la naturaleza se encuentran infinidad de ejemplos de composiciones de este tipo, por ejemplo el patrón de construcción de una telaraña es una estructura bidimensional que sigue un espiral, los panales de abejas y las sales minerales son ejemplos de algunas estructuras regulares tridimensionales que repiten formas geométricas construidas con módulos iguales y equidistantes entre sí.

Por lo tanto un *módulo* es el elemento con características individuales que forma parte de una totalidad estructural repitiéndose con determinada regularidad; por ello una pieza unitaria aislada no constituye por sí misma un módulo. Cuando se repiten gran cantidad formas modulares diminutas sobre una superficie, se puede decir que se integran creando una textura, por el contrario, si los módulos son más grandes y perceptibles conforman estructuras.



La particularidad de la estructura es la unificación por la reiteración de una misma forma, creando una fuerte sensación de orden transmitiendo estabilidad y armonía.



MOVIMIENTO

Es el estado gracias al cual se perciben variaciones en la ubicación espacial de los objetos con respecto a un punto fijo. Las posibilidades de la percepción del movimiento son dos:

1. **Movimiento real:** el desplazamiento real que un objeto realiza en el espacio.
2. **Movimiento virtual:** el desplazamiento del espectador o de su ojo cuando observa un objeto.

El primer punto se refiere a la representación del movimiento real que se presenta físicamente dentro de la mecánica del universo, mientras que el segundo alude al movimiento cuando éste resulta virtual, es decir no real sino aparente; mismo que se manifiesta en las obras plásticas y se percibe de manera visual, para lo cual el espectador debe realizar una interpretación estético-conceptual de las imágenes.

Dentro de la expresión plástica, el movimiento se representa por medio de los siguientes valores formales:¹³

Orientación: Dentro del plano bidimensional, hace referencia a un punto de ubicación que servirá para determinar las direcciones que se pueden seguir con respecto al observador.

Dirección: Son los diferentes caminos hacia los que se puede dirigir un elemento dentro de los ejes espaciales que concibe el plano, a saber, *izquierda, derecha, arriba, abajo y diagonal ascendente o descendente.*

¹³ Stanley W. Hayter "Orientación, Dirección, Quiralidad, Velocidad y Ritmo" en Gyorgy Kepes (compilador) *El movimiento, su esencia y su estética.* México, Organización Editorial Novaro, 1970, pp.71-80.



DIRECCIONES VISUALES DE LECTURA

Por una convención cultural directamente relacionada con el sentido en que se realiza la lectura de textos en occidente, es decir, de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, los ojos efectúan movimientos similares al momento de leer o descifrar un campo visual estético comenzando por el extremo izquierdo y recorriéndolo hasta finalizar en el extremo derecho (Figura No. 1) y de arriba hacia abajo (Figura No. 2), en tanto que una línea diagonal que parta del ángulo inferior izquierdo hasta el ángulo superior derecho va a ser interpretada como ascendente (Figura No. 3), mientras que una línea diagonal que atraviase desde el ángulo superior izquierdo hasta el ángulo inferior derecho se lee como descendente (Figura No. 4).

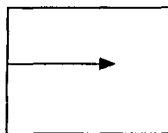


Figura No. 1

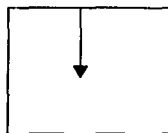


Figura No. 2

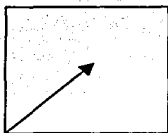


Figura No. 3

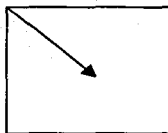


Figura No. 4

De esta manera se observa que las líneas diagonales llevan consigo unida psicológicamente la idea del movimiento de elevarse o caer. Esto se demuestra con los siguientes ejemplos: si tomamos una serie de líneas que partan radiadas desde el extremo inferior izquierdo de un cuadro, esta idea del ascenso remite de inmediato a interpretarlas relacionándolos con los rayos del sol que se encuentra naciendo en un amanecer (Figura No. 5); la misma imagen vista en un espejo lleva a seguir las líneas en un movimiento descendente, con lo cual



los supuestos rayos de sol se estarían extinguiendo en un atardecer (Figura No. 6).

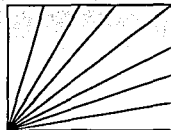


Figura No. 5

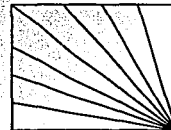


Figura No. 6

Ritmo: es la disposición, de manera continua, de elementos semejantes, iguales o distintos, a intervalos que produzcan una regularidad o que se encuentren relacionados en un orden determinado. Los ritmos se pueden clasificar de acuerdo al intervalo, la frecuencia y las características en la repetición de los elementos que los constituyen:¹⁴

- A intervalos regulares y continuos.
- A intervalos crecientes.
- A intervalos decrecientes
- En combinaciones entre intervalos regulares, crecientes y decrecientes.

TIPOS DE REPETICIÓN

Quando se expresa el ritmo utilizando un mismo elemento, se considera que se da una repetición al emplear formas modulares que a su vez pueden ser consideradas de acuerdo a los siguientes factores que caracterizan, de manera visual, a los distintos tipos de repetición:

1. De figura: esto implica que se utiliza una misma forma, pero no necesariamente con iguales tamaños o colores

¹⁴ Wucuis Wong. *Op. Cit.* pp.18-25.

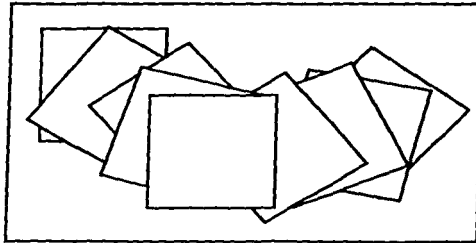


2. De tamaño: cuando todas las figuras empleadas tienen tamaños iguales o son semejantes entre sí.
3. De color: en este caso el color determina el sentido de repetición, por ello, las figuras pueden variar así como los tamaños, manteniendo la igualdad en cuanto al color o la tonalidad.
4. De textura: la repetición se da cuando los accidentes visuales o táctiles que sensibilizan una superficie se mantienen uniformes en todas las figuras, que pueden ser distintas en forma, tamaño o color.
5. De dirección: aquí la uniformidad en la ubicación espacial de las figuras hace posible el sentido de repetición.

GRADACIÓN

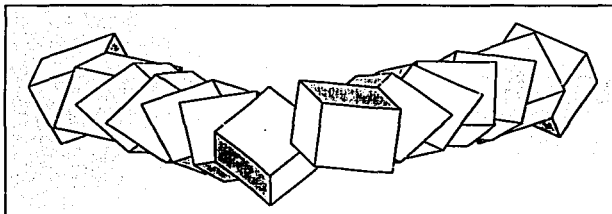
La combinación de espacios y planos seriados genera una sucesión de ritmos y un efecto de movimiento por la vibración óptica de la unión de los colores. La gradación puede darse de dos modos, uno de ellos es por rotación y el otro por progresión. Cada uno puede ser estudiado de acuerdo al efecto perceptual que de ellos se tiene, ya sea dentro del plano en el orden espacial permitido por la ilusoria construcción de la perspectiva bidimensional.

- a) Rotación en el plano: se genera un movimiento gradual en un sentido direccional girando como lo hacen las agujas del reloj o a la inversa.

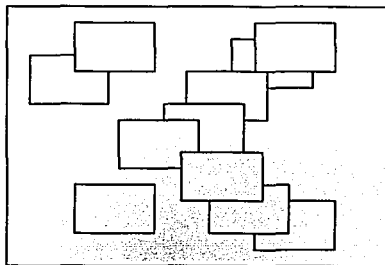




- b) Rotación espacial: cuando las figuras se dibujan utilizando puntos de fuga, si el extremo superior de éstas es más ancho que el inferior o viceversa, parecen estar deformadas creando la sensación de que se mueven avanzando o retrocediendo.



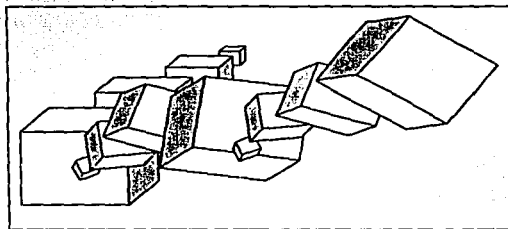
- c) Progresión en el plano: los cambios en las figuras se dan con relación a la posición que ocupan dentro de la estructura total y la orientación espacial arriba-abajo, izquierda-derecha o en el sentido de las diagonales con movimientos graduales y regulares.



- d) Progresión espacial: aumentar o disminuir el tamaño de las formas de una manera gradual, hace que se cree la ilusión



del movimiento trayendo la figura al frente o por el contrario enviándola hacia atrás.



RADIACIÓN

Otra de las formas de expresión del movimiento visual es la radiación, la cual consiste en la repetición de las formas alrededor de un centro común, creando el efecto de vibración óptica, que hace que las figuras parezcan girar aproximándose o alejándose como si partieran de un punto determinado hacia todas direcciones. Las formas radiales pueden partir desde el centro o alguno de los extremos, creando movimientos de remolino, curvas o quebrantamientos; de la misma manera puede haber uno o varios puntos de radiación.

Para establecer un sentido rítmico es posible utilizar degradados tonales de un mismo color, por medio de la alternancia del blanco y el negro en elementos estructurales u objetos que representen de manera sucesiva tanto a la figura como al fondo.

En una serie de degradación tonal, el cambio de posición de éstos de manera que se vean tornarse hacia lo oscuro o hacia la claridad o mezclando de manera aleatoria los valores tonales de blanco a negro, pasando por los diferentes grises demuestra movimiento por sí solo. Lo mismo ocurre cuando se yuxtaponen elementos de colores contrastantes que denoten inestabilidad, logrando efectos vibratorios.



COLOR

Se puede decir que lo que percibimos como color es el resultado de la expansión de la luz blanca del sol que los objetos absorben y reflejan.

El color natural de un objeto no es otra cosa que la propiedad que tiene éste de absorber una determinada cantidad de luz y rechazar otra.¹⁵

Un color es reconocido como tal gracias a que la luz existe, por lo tanto, sin luz no hay color. Esto lo demostró Isaac Newton con un prisma de vidrio que al refractar la luz blanca se descomponía en los siete colores del espectro o arco iris: rojo, naranja, amarillo, verde, azul, índigo y violeta. Además comprobó que la unión de esos siete colores luz mezclados daban como resultado de nuevo el color blanco.

Los colores que el ojo humano percibe en el espectro de luz y que están incluidos dentro del arco iris, se conocen como *colores cromáticos*, en contraposición a los llamados *colores acromáticos o neutros*, que son el blanco y el negro. En los colores pigmento, la totalidad de éstos da por resultado el negro, puesto que al mezclarse se bloquean entre sí; por el contrario, el blanco que no refleja ningún color, se considera como la ausencia de éste.

Sin embargo, en las artes plásticas, la percepción más común que se tiene de los colores no es la de ser el resultado de la luz blanca, más bien se piensa en el color como *materia*, es decir, lápices, polvos, pastas, líquidos o cualquier material tangible que pueda ser utilizado para agregar color a algo o teñirlo. Por lo tanto, se hará referencia al color entendido en su modalidad pigmento, con el fin de obtener una definición que se compagine al requerimiento necesario dentro de las artes visuales.

¹⁵ Alan Swann. El color en el diseño gráfico. Ediciones Gustavo Gili, Barcelona, 1993, p.25.



Los colores se agrupan de acuerdo a la pureza que los constituye y que se encuentran en la naturaleza; en el primer nivel están los primarios: amarillo, rojo y azul. Con estos tres colores primarios se obtienen los colores secundarios: la mezcla de rojo y amarillo da anaranjado; amarillo y azul resulta verde; y azul con rojo se vuelve violeta. Para entender mejor lo que es el color, se debe reconocer que no hay un modo único de captarlo sino que éste puede ser revisado desde dos perspectivas que distinguen diferentes cualidades intrínsecas del color: *tono e intensidad*.

El **tono** se refiere al grado de claridad u oscuridad de un color tomando como base que éste se divida en segmentos representando cada uno distintos grados de intensidad, desde los tonos más claros y diluidos como veladuras transparentes, los tonos intermedios con mezclas mínimas y los tonos oscuros que se crean a partir del color base en su forma pura; por ello al cambio gradual en la intensidad, usando todas las variaciones posibles de un color se le llama degradación tonal.

Cuando se habla de un tono se hace una relación de comparación entre diferentes grados o valores con respecto a un mismo color. Se pueden distinguir varias tonalidades de un mismo color, pero no es correcto hacer referencia a un color como tono, porque los colores se subdividen en tonos, por la intensidad o la saturación que contengan.

Otra característica del color, que facilita su estudio y manejo es la **intensidad** o **saturación**, que indica la pureza de un color, de ahí que un color brillante tenga una saturación mayor y es mucho más intenso y vivo que uno con baja intensidad y que por lo tanto resulta apagado y débil, puesto que contiene porcentajes mezclados de gris.

El valor de intensidad de un color se puede determinar con el grado de gris que corresponda en una escala determinada de grises. Así, dos colores diferentes pueden tener la misma intensidad al ser comparados con dicha escala de grises. En la siguiente tabla se



muestran seis colores del círculo cromático y su correspondiente tono de gris.¹⁶

Color	Tono de gris correspondiente
Amarillo	Gris muy claro
Anaranjado	Gris claro
Rojo	Gris medio claro
Verde	Gris medio oscuro
Azul	Gris oscuro
Violeta	Gris muy oscuro

CÍRCULO CROMÁTICO

El círculo cromático es un esquema en el que se encuentran los tres colores primarios (amarillo, rojo y azul) y los tres colores secundarios (anaranjado, verde y morado), dispuestos en un orden que facilita su organización de manera visual; así, las subsecuentes mezclas que originan nuevos colores pueden ser ubicadas en los espacios intermedios correspondientes.

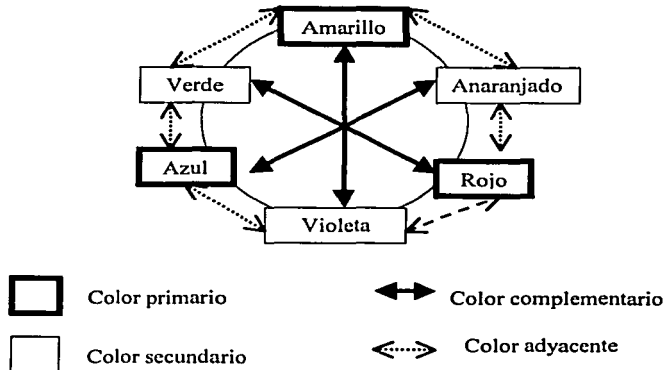


Figura No. 7 Círculo Cromático

¹⁶ Wucius Wong. Principios del diseño en color. 5ª Edición, Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1999, p.39.



A los colores que se encuentran uno al lado del otro se les llama adyacentes; así, el verde y el azul son colores adyacentes uno con respecto del otro.

Dentro del círculo cromático no se incluyen los colores neutros o acromáticos, por lo tanto las mezclas que tienden hacia los colores apagados o de menor intensidad que se obtienen agregando negro, no se encuentran dentro de este esquema, ni los que resultan de la integración del blanco, como los colores apastelados.

COLORES COMPLEMENTARIOS

El círculo cromático también permite analizar la distribución y el comportamiento de los colores al ser agrupados en diadas, es decir, pares de colores complementarios. Como se puede observar en la Figura No. 7 se reconocen tres diadas que son:

- Amarillo y violeta
- Rojo y verde
- Azul y anaranjado

Cuando se utiliza un par de complementarios en realidad se están manejando los tres colores primarios; por ejemplo al emplear el rojo y el verde que es su complementario, este último se obtiene de la mezcla del amarillo con el azul que junto con el rojo forman los tres colores primarios, con lo cual se crea equilibrio y armonía cromática dentro de una composición.

TEMPERATURA DE COLOR

Por el efecto psicológico que producen los colores, éstos se clasifican en *cálidos* y *fríos*. Los colores cálidos son los que se encuentran dentro de la gama tonal del rojo-naranja-amarillo por la relación visual que guardan con el fuego, los atardeceres rojizos del trópico y el calor en general. En oposición, los colores fríos están dentro de la gama tonal del azul-verde-blanco gracias a las reminiscencias que producen con respecto del agua, la frescura del bosque o la nieve.



CONTRASTE DE COLOR

El color es quizá el elemento gráfico más fácilmente identificable, por ello se enseña a los niños desde pequeños auxiliándose del color, a reconocer forma o textura, aún antes de aprender a usar palabras o interpretar imágenes.

De un modo a veces no tan sutil, los colores envían mensajes —como por ejemplo en carteles, comerciales de televisión, etc.— que deben ser interpretados. El manejo de las combinaciones cromáticas tiene efectos que determinan en mayor o menor grado la aceptación o rechazo que se tiene de ellos, por lo tanto es de suma importancia que el artista visual conozca los diferentes contrastes que se logran a partir de dichas combinaciones ya que éstas pueden modificar la percepción que se tiene del color de manera importante. En general la idea de contrastar remite a la de comparar o confrontar dos colores o más; ésta se realiza con el objeto de analizar perceptualmente las características y valores pertenecientes a un determinado color y los efectos que resultan al ser combinados con otros.

Lo contrastes que se pueden lograr a partir del uso de los colores son:

1. Contraste de color: es el primer contraste que se obtiene a partir de la comparación de dos o más colores. Con solo ubicarlos uno al lado del otro se está haciendo una anotación de los valores que distinguen a cada color de manera particular de acuerdo a las cualidades cromáticas propias de cada uno.
2. Contraste de extensión: una de las maneras más claras de demostrar que existe contraste entre dos objetos, es por la relación de tamaño que guardan ambos, por ello es muy llamativa una pequeña mancha de color dentro de un área grande de color uniforme.
3. Contraste claro-oscuro: es una comparación de la brillantez existente entre dos colores. En una degradación tonal, al pasar



de un tono a otro, el contraste es mínimo, pero al comparar el tono más oscuro y el más claro esto permite distinguir todos los cambios graduales que se han dado, de ahí su fuerza dramática.

El contraste claro-oscuro significa iluminar para lograr un contraste marcado entre el área de luz y de sombra. Su propósito básico es articular el espacio, clarificar e intensificar la propiedad tridimensional de las cosas y el espacio que las rodea, y proporcionar una cualidad expresiva. El claroscuro crea volumen y drama.¹⁷

4. Contraste cálido-frío: está basado en la contraposición de colores de distinta temperatura; cuando se utilizan colores que están dentro de la gama tonal de los fríos (azules y verdes) y cálidos (rojos y amarillos), los colores fríos tienden a *retroceder* situándose al fondo de la composición, mientras que los cálidos *avanzan* haciendo que parezcan más cercanos.
5. Contraste complementario: de acuerdo a la relación entre los colores primarios y secundarios que se encuentran en el círculo cromático, se determinan los posibles contrastes que se logran a partir de los pares de complementarios. De este modo se conserva un equilibrio armónico utilizando un color primario y uno secundario.
6. Contraste simultáneo: se logra cuando el ojo percibe la vibración del color complementario causada por la cercanía de dos colores adyacentes.

El estímulo visual hace que el ojo genere una segunda imagen que se sitúa en el tono complementario de la imagen original.¹⁸

¹⁷ Herbert Zettl. Sight, Sound, Motion, Applied Media Aesthetics. Belmont, California, Wadsworth Publishing Company, 1990, p.39.

¹⁸ Alan Swann. Op. Cit. p.21.



Cuando un color envuelve o rodea a otro, el borde que señala la unión de ambos se convierte en una zona vibrante que responde al estímulo del segundo color devolviendo el complementario. Por otro lado, si dos colores, uno más claro que el otro, están muy cerca pero no se tocan, no parecen tan contrastantes como cuando se los ve juntos, en especial en el borde donde hacen contacto.

SIGNIFICADO DE LOS COLORES

Los colores envían sutiles mensajes que condicionan el modo en que los percibimos y por ende su interpretación. Dentro de un determinado contexto, un color puede tener un significado muy distinto el que se le da al estar inmerso en otro. Lo mismo sucede con las imágenes, en los colores hay un lenguaje que requiere ser codificado y que ejerce efectos específicos sobre la obra plástica. Por lo tanto hay que tener mucho cuidado en la elección de las combinaciones cromáticas, en virtud de que éstas determinan el éxito del impacto con el que llegan al espectador.

Con base en las estas ideas anteriores se ha creado un código del uso del color que señala el punto del partida de las influencias psicológicas y la relación que guardan con aspectos como la temperatura de color y su conexión visual con determinados elementos de la naturaleza.¹⁹

¹⁹ Para más sobre este tema se recomienda el libro de Wucius Wong. Principios del diseño en color. 5ª Edición, Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1999.



EL PAPEL COMO HERRAMIENTA PLÁSTICA

El artista dispone de una enorme variedad de materiales que le sirven para expresarse y/o crear. De acuerdo a la orientación artística y a la inclinación o tendencia estilística que persiga, puede echar mano de casi cualquier material existente, además claro está, de los técnicas y herramientas existentes en la pintura, el grabado, la escultura, etc.

El papel tradicionalmente se ha utilizado como un medio para registrar la memoria humana además de su función de soporte dibujístico o pictórico. Se ha usado como un "lienzo" para abocetar, para hacer trabajos más elaborados con tintas o lápices, o en las técnicas de impresión como el grabado en lámina, la xilografía, la litografía o la fotografía.

Aún en la era de las computadoras, el papel sigue siendo utilizado como medio para recopilar información, de esta forma conserva el valor histórico que ha tenido desde tiempos antiguos; por ejemplo un libro no se puede comparar con un medio electrónico por la simple razón de que es mucho más accesible a un tipo de público que lo único que requiere es saber leer. Por eso el libro y por consiguiente, el uso del papel, sigue aún vigente, inclusive más allá de las aplicaciones artísticas que día con día van orientándose a medios conceptuales más modernos como las instalaciones y el arte efímero.

El propósito de este trabajo es hacer una revisión de algunas formas alternativas de expresión que respondan a las exigencias que plantea una época en la que van rápidamente desplazándose los medios tradicionales y busca encontrar expresiones artísticas que cumplan con las necesidades actuales en cuanto a claridad y originalidad de mensaje. De esta forma se plantea posicionar al papel en un lugar importante dentro de las posibilidades creativas disponibles para el artista plástico.

Las posibles aplicaciones que ofrece el usar papel como herramienta plástica incluyen técnicas tan variados como la ingeniería del papel, la escultura, el entretejido, el doblado artístico, el origami, el



origami modular, la elaboración de papel, el moldeado de pulpa y el papel maché.

Ahora bien, una hoja de papel intacta no representa una propuesta plástica por sí sola; es necesario darle ese carácter, para ello el papel se puede sensibilizar aplicando alguna de las siguientes técnicas:²⁰

1. Arrugar/estrujar/retorcer

Una lámina lisa de papel presenta una superficie uniforme y de aspecto terso; el método más sencillo para añadirle textura es arrugándolo o estrujándolo. Para lograr una textura fina se arruga y desarruga repetidas veces, esto hace que el papel se vuelva más suave y flexible, después se alisa con cuidado para tener nuevamente una lámina plana. Los papeles delgados son excelentes para obtener texturas muy finas, mientras que los papeles gruesos o los cartones se quiebran y se lastiman al arrugarlos.

Otro modo de sensibilizar el papel es estrujándolo para formar vetas o estrías paralelas entre sí; el artista puede experimentar con diferentes tipos de estrujado o retorcido para “esculpir” una pieza añadiéndole un encolado que sirva para reforzarla y darle firmeza.

2. Doblar/plegar/enrollar

Doblar el papel requiere de cierto conocimiento de su estructura, es decir, de la dirección de la fibra para conseguir un trabajo más limpio. Si los dobleces se hacen en el sentido de la fibra, el papel se flexiona con mayor facilidad que si se hacen en sentido perpendicular a ésta; un doblez hecho en sentido opuesto a la fibra produce quiebres en la cresta del pliegue.

Los pliegues y enrollados se deben hacer siguiendo la dirección de la fibra para evitar arrugas y aprovechar la elasticidad del papel. Los dobleces se marcan con la ayuda de una regla, para que queden perfectamente asentados se utiliza una pala de madera o de plástico.

²⁰ Faith Shannon. Papelmanja, ideas para crear en papel. España, Editorial Grupo Anaya, 1991, pp. 46-58.



Se pueden lograr interesantes efectos de doblez trabajando el papel con las yemas de los dedos para obtener estrías de apariencia suave o texturas rugosas de aspecto similar al de una pared de rocas o suelo erosionado.

3. Cortar/rasgar/perforar/ranurar

Cortar el papel significa cambiar su estado físico de manera permanente, por ello la distribución de los cortes requiere una planificación previa. Los cortes realizados a intervalos regulares producen un efecto de ritmo y armonía. Aplicando algún diseño geometrizado y combinándolo con dobleces, se puede conseguir el efecto de una celosía, logrando interesantes juegos de luz con iluminación proyectada desde la parte posterior.

Al rasgar el papel se ponen de manifiesto sus cualidades orgánicas descubriendo las fibras con las que está fabricado. Las formas rasgadas son únicas ya que poseen esa espontaneidad que da un corte "despeinado" y aparentemente improvisado.

Por otro lado, las perforaciones pequeñas crean cambios al nivel de la textura del papel; se puede experimentar utilizando punzones, agujas o perforadoras de oficina para así obtener agujeros perfectos y uniformes.

Este tipo de trabajos se enriquece empleando una fuente de luz que se proyecte desde atrás a modo de una pantalla de lámpara.

4. Pegar/coser

Para unir dos o más piezas de papel basta con utilizar un buen pegamento que sea libre de ácido que no deje marcas permanentes. Un método alternativo es utilizar hilo y aguja, mediante esta técnica, el papel no está expuesto a los ácidos de los pegamentos o a la posibilidad de que éstos causen manchas, lastimando el papel de forma irremediable.



5. Moldear/esculpir

Para trabajar el papel en la técnica del moldeado se utiliza una pulpa hecha con el papel desmenuzado, remojado y mezclado con algún pegamento. El resultado es una pasta que se maneja para esculpir como si fuese plastilina o barro fresco.

6. Grabar/imprimir

Otro método para cambiar la textura del papel es imprimiéndole un diseño. Para ello es necesario mojar el papel y prensarlo contra una superficie que contenga una textura muy marcada, pero que no llegue a romperlo o dañarlo. Se puede utilizar una malla, cuerdas o redes de plástico. También es posible grabarle diseños hechos con tablas delgadas de madera, pedazos de vidrio, figuras de alambre, granos secos etc., las posibilidades son infinitas y responden a las necesidades creativas del artista.

7. Pintar/teñir/estarcir

Más allá de utilizar el papel como una superficie pictórica, esta técnica para sensibilizar el papel se remite a la pintura que se deposita como un método para crear texturas visuales utilizando manchas de colores combinados, explotando las formas accidentales que dejan los distintos tipos de pinceles, experimentando los efectos que se crean al pintar con los dedos, esponjas, trapos, etc.

Otro método de darle color al papel es tiñéndolo, para ello es necesario frotar la superficie con un algodón seco cargado de pigmento en polvo; éste, al introducirse entre las fibras va dando una coloración suave al papel.

El estarcido consiste en aplicar un rocío de pintura con algún instrumento especialmente diseñado o auxiliándose de un cepillo de dientes empapado de pintura que se frota con el dedo para que la salpique en gotas muy pequeñas. Se logran interesantes efectos aplicando varias capas de colores combinados sobre un papel de un color contrastante.



Estas técnicas son solo parte de los muchos métodos en que se puede trabajar el papel en el terreno artístico, todo depende de la creatividad y el ingenio del artista que escoge este material como medio para expresarse.

FABRICACIÓN DEL PAPEL

La relación más importante del ser humano con el papel es de tipo utilitario. Ha sido un instrumento de comunicación antes que cualquier otra cosa. Las civilizaciones antiguas lo concibieron como un medio de llevar ideas de un lado a otro o como una forma de resguardar los conocimientos.

La primera noticia referente al método de hacer papel está en el modo en que las avispas hacen en sus nidos. Este insecto desprende trozos pequeños de árboles secos y los mastica hasta reducirlos a una pulpa que funcionaba como una especie de cemento para hacer sus construcciones.

Sin embargo, el antecedente más antiguo de lo que conocemos como papel, es el papiro egipcio²¹ elaborado a partir de la planta de junco llamada *Cyperus papyrus* de donde se derivó el nombre "papiro" que más adelante se transformó en "papel". El papiro es una planta de fibras muy resistentes y tallo alargado; las distintas capas se separaban y aplastaban para extenderlas por medio de golpes. Las largas tiras obtenidas se colocaban unas sobre otras en dirección horizontal y vertical, superponiendo capa sobre capa hasta obtener un tejido más o menos grueso, luego se dejaba en medio de dos piedras planas que servían como prensa para así escurrir totalmente la humedad. Finalmente se dejaba secar al sol y se pulía con una pasta de harina para aclarar su color, aumentando al mismo tiempo su flexibilidad y blandura.

En América también se fabricaba papel, pero éste estaba hecho a base de una corteza de árbol que se extendía, aplastaba y estiraba por medio de golpes suaves pero firmes y continuos. De esta manera se obtenía una lámina muy delgada que debía ser tratada con mucho

²¹ Fairs, Shannon. Op. Cit. p.8.



cuidado por su delicadeza; su uso era para fines sagrados o ceremoniales. Fue hasta la llegada de los españoles a América que la técnica de la manufactura de papel de fibras vegetales se conoció en el Nuevo Mundo, aproximadamente en el año de 1575. En Norteamérica fue en el siglo XVII que se establecieron grandes molinos de papel en la ciudad de Filadelfia, donde se hacían importantes publicaciones y tirajes de periódico.

Sin embargo, se cree que el papel, como lo conocemos hoy en día fue inventado en China alrededor del siglo II d. C. Aunque se sabe que cerca del año 100 d. C. existía un diccionario compilado en China llamado *Shuo Wen Chieh Tzu*, que contenía el término designado al papel: *chih*, y lo describía como un “tejido de fibras opuestas” (*Hsu i chan yeh*) dos palabras de esta frase inclusive aclaran los elementos para la realización del papel *hsu* o “fibras opuestas” y *chan* o “aplanado de juncos entretejidos”.²²

Antes de la invención del papel los chinos dibujaban y pintaban usando redes y telas de lino o de seda, también se utilizaba el *papel de arroz* hecho a partir de la médula del árbol *Fatsia papyrifera*; éste es un delicado papel que se usa para imprimir diseños empleando una antigua técnica oriental que consiste en depositar gotas de tinta en un recipiente con agua, al introducir el papel arroz suavemente, éste absorbe los colores de la tinta que flota en el agua. De este modo se obtienen diseños caprichosos pero rigurosamente planeados, en los que también es importante jugar con la espontaneidad.

El conocimiento de la fabricación de papel viajó hacia Corea gracias a los artesanos que enseñaban el oficio. Se cree que a Japón lo llevó un sacerdote alrededor del año 610 d. C. donde también transmitió sus habilidades en la fabricación de pinceles y tinta.

El papel y los secretos de su elaboración llegaron a Asia Central por la ruta de la seda a través de Persia y Siria, lugar en que ya se usaba a finales del siglo V; de ahí se trasladó al norte de África donde los árabes lo adoptaron y le hicieron algunas modificaciones como la

²² Silvie Turner. The book of fine paper. Slovenia, Thames and Hudson, 1998, p.15.



introducción de aprestos, la estandarización de colores y el uso de un molde de alambre para el proceso de manufactura. Se sabe que los árabes lo introdujeron a Europa durante la dominación española pues la pieza de papel más antigua de ese continente se identificó como confeccionada en Córdoba, España y data del año 1036.

El conocimiento y las técnicas de manufactura de papel se trasladaron de España a la península itálica por Sicilia durante las cruzadas; Italia es un punto importante en la historia del papel ya que allí se inventó la marca de agua y se han fabricado aproximadamente desde el año 1268 finos papeles en la ciudad de Fabriano, donde también se introdujo el uso de aprestos y pegamentos de gelatina animal. Este tratamiento permitía que se deslizaran suavemente las plumas de ave usadas en esa época para escribir. Ya para el siglo XIV Italia había aventajado a España en la producción de papel.

El resto de Europa tardó más tiempo en producir su propio papel; en Alemania y Francia se establecieron centros manufactureros de papel a mediados del siglo XIV y en Holanda a fines del siglo XVI. A pesar de que fue hasta el año de 1495 cuando se estableció el primer molino de papel en Inglaterra, este país se consolidó como el principal productor de papeles de alta calidad de toda Europa durante los siglos XVIII y XIX.

En América el principal productor ha sido Estados Unidos, país en el que se comenzó a elaborar papel desde el siglo XVII para una gran variedad de aplicaciones comerciales y artísticas, así como para exportación a Latinoamérica.

Los secretos en la fabricación del papel han recorrido un largo viaje de más de dos mil años desde los antiguos papiros egipcios hasta nuestros días; ha sido un largo camino en el que cada cultura ha aportado sus propios conocimientos y tecnología para modificar o en su caso mejorar su fabricación, así como las posibles aplicaciones.



La siguiente tabla describe el trayecto recorrido por el papel:

LA EVOLUCIÓN DEL PAPEL EN EL MUNDO

LUGAR	PERIODO	TIPO	USO
Egipto	2500 A. C.	●Papiro	Ritual o sagrado, para escribir y pintar
China	S. II D. C.	●Papel arroz ●Papel de telas	Ritual o sagrado, el de menor calidad se usaba como envoltura
América	Antes de 1492 Después de 1575	●Papel de corteza ●Papel de fibras vegetales	Ritual o sagrado Artístico y documental
Arabia (norte de África)	S. V	●Papel de fibras vegetales	Sagrado, artístico y documental
Japón, Corea, India	S. VII-IX	●Papel arroz	Ritual o sagrado
España	S. XI-XII	●Papel de fibras vegetales	Artístico, documental y comercial
Italia	S. XIII	●Papel de fibras vegetales	Comercial, (invención de la "marca de agua")
Alemania y Francia	S. XIV	●Papel de molde industrializado	Comercial y artístico, (aparición de la imprenta)
Inglaterra	S. XV	●Papel de molde industrializado	Comercial, artístico
Estados Unidos	S. XVII	●Papel de molde	Comercial, artístico, para periódicos, etc.

Aunque la fabricación del papel ha cambiado con el paso del tiempo, básicamente los materiales que se han utilizado durante cientos de años son los siguientes:



- Materias fibrosas provenientes de plantas, es decir, corteza fibrosa interna de distintos árboles, tallos de plantas como lino, cáñamo, yute, hierbas como el centeno, trigo, cebada, arroz, pajas, fibras de esparto, algodón y madera.
- Agua limpia en abundancia.
- Cola o apresto de gelatina o almidón.

El proceso para la fabricación manual de papel es el mismo que se usaba hace cientos de años: el primer paso consiste en hacer una mezcla de fibras vegetales machacadas, trapos de lino o algodón y madera triturada y reducida a pequeñas astillas. Esta pasta se mezcla con agua en razón de 10% de fibras por 90% de agua, el resultado es una pulpa fina y de aspecto suave a la que se le añade una goma o pegamento.

La pulpa se hace pasar por una malla de alambre que ayuda a que las fibras se entrelacen; simultáneamente se le va escurriendo el agua, luego se vierte en el molde que es un marco rectangular cubierto por una malla fina. La cantidad de pulpa que recoja el marco determina el grosor del papel, a continuación se desecha el exceso de humedad mediante un sistema de aplanado y finalmente la hoja de papel se deposita en una superficie plana o se deja colgando para secarla por aire natural o por calor.²³

Este proceso puede tener algunas variantes como apilar las hojas húmedas, aplastarlas y luego separarlas. También se utilizan máquinas de cilindros donde la preparación es la misma hasta el momento de la utilización del molde, que en este caso es uno o varios cilindros que recogen la pulpa en una red. Un sistema de fieltros húmedos de lana transporta la pulpa para hacerla llegar a una sección prensadora que exprime el exceso de agua y la lleva a una serie de cilindros calientes que secan el papel mediante vapor. Al finalizar el proceso se obtiene un rollo continuo de papel que más adelante se corta en hojas. Estas máquinas pueden producir papeles

²³ Silvie Turner. *Op. Cit.* pp.16-18.



de distintos tipos, colores y grosores, además imprimen complicados efectos de marcas de agua.

TIPOS DE PAPEL

Existen dos tipos de papel: el primero es el papel hecho a base de madera y celulosa al que se le agregan cargas químicas que ayudan a que las fibras se entrelacen haciéndolo resistente. Estos papeles se utilizan principalmente en la industria editorial, para impresión y cartones para embalaje.

En un segundo grupo se encuentran los papeles hechos a partir de fibras que *no* son de madera, estas fibras son de bagazo de caña de azúcar, esparto, bambú, trigo, cebada, arroz, yute, cáñamo, algodón y lino. A esta mezcla se le agrega una pequeña cantidad de sustancias aglutinantes e ingredientes que lo mantienen libre de acidez. Los papeles que contienen principalmente un alto porcentaje de algodón y lino son de uso artístico y de una gran calidad para la estampación de obra gráfica, grabado, litografía y serigrafía.

En cuanto a su fabricación, se distinguen dos grupos: papel hecho a mano y papel hecho a máquina. Los papeles hechos a mano se presentan en pliegos de distintas dimensiones. Su característica principal, además de la textura, es que tienen las cuatro orillas barbadadas, es decir, no están cortados con cuchilla sino que conservan el acabado final de la hechura manual.

El papel hecho a mano se presenta en varios grosores, desde el más delgado papel de seda hasta el cartón grueso, los hay en colores neutros o crudos, blancos, crema, avena, tonalidades tierra o matices azules y verdes. Estos papeles algunas veces presentan elementos añadidos como fibras, ramas, hojas secas, flores, etc. que les imprimen un carácter artístico y ofrecen una riqueza visual y la belleza propia que únicamente se presenta en los elementos rescatados de la naturaleza.

El papel de molde es una imitación del papel hecho a mano, presenta sólo dos de las cuatro orillas barbadadas y tiene la ventaja de



contar con fibras largas, por lo que es muy resistente; una ventaja adicional es que resulta más económico que el papel hecho a mano y las hojas alcanzan mayor tamaño.

MANEJO DEL PAPEL

Hay que manejar el papel con la mayor delicadeza y limpieza posible pues es muy fácil ensuciarlo con los dedos o dejarle marcas al usar un lápiz muy suave. Para hacer mediciones se debe utilizar un lápiz duro que deje pocos residuos de grafito, también se deben evitar las manchas de goma de borrar así como los restos de pegamento seco.

El papel tiene tres cualidades importantes que son:

PESO: Está determinado por el peso de una hoja de papel de un metro cuadrado; por ejemplo, el papel para fotocopias pesa alrededor de 80 grs., porque ese es el peso de la hoja de 1m^2 . Cuanto más delgado es el papel, tiene menor peso, mientras que si es grueso su peso es mayor. Por lo general el papel que pesa por arriba de 250 grs. se considera cartón y al llegar a 500 grs. o más los cartones se clasifican por su grosor, no por su peso.²⁴

DIRECCIÓN DE LA FIBRA O GRANO: Durante el proceso de fabricación en máquina, las fibras se depositan en sentido paralelo a la dirección en que el papel sale para formar un rollo. Por lo tanto la dirección en que sale es la misma que la de las fibras, que es exactamente lo mismo que se observa en las telas. Para conocer la dirección de la fibra o grano es suficiente con enrollar la hoja de papel, si al realizar esta operación el papel no opone resistencia esa es la dirección de la fibra, si por el contrario cuesta trabajo enrollarlo y forma arrugas, la fibra es perpendicular o está a contrafibra. Otro método para conocer la dirección de la fibra es rasgando un trozo de papel, éste se romperá más limpiamente en el sentido de la fibra y a contrasentido producirá un corte disperejo y "mordido".

²⁴ Paul Jackson. Op.Cit. p.11.



RESISTENCIA AL DOBLEZ: Para comprender la utilidad que tiene el conocer la dirección de la fibra del papel, basta compararla con el cartón corrugado que puede ser enrollado en sentido paralelo a los acanalados, mientras que al tratar de doblarlo en sentido perpendicular, no solamente opone mayor resistencia, sino que también presenta quiebres en la cresta del doblez.

Cuando se realiza un diseño de ingeniería del papel intervienen muchos dobleces en distintas direcciones, por lo tanto hay que aprovechar la dirección de la fibra y la resistencia al doblez para que el diseño se empuje por sí sólo hacia adelante, se contraiga o realice el movimiento esperado.

CORTES

El papel se puede cortar de tres maneras distintas:

1. Con un cutter o navaja bien afilada: para realizar un corte de este tipo, en general se utiliza una regla como guía de la cuchilla y su trayectoria sobre el papel. Es importante usar una superficie como apoyo que puede ser un cartón muy grueso o una tabla especial para cortar.
2. Con una tijera: ésta se usa para cortar curvas o formas muy complicadas que serían difíciles de recortar con una navaja. Para ello es necesario mantener en perfecto estado y bien afiladas las hojas de la tijera, avanzando lentamente al cortar. Hay que aprender a sujetar las tijeras así como a calcular la correcta abertura de las hojas para cada tipo de papel.
3. Manualmente: los cortes hechos a mano dejan en los bordes del papel "barbas" que a veces son útiles, dependiendo del acabado que se requiera. Para cortar manualmente se debe repasar varias veces el doblez con la punta de los dedos, esto hace que el papel se ablande y se pueda separar sin dificultad. También se puede utilizar una regla para rasgar el papel en un solo movimiento apoyándose en una superficie y jalando el papel con fuerza.



DOBLECES

Doblar el papel requiere de pocos pero básicos cuidados. El primero de ellos es asegurarse de hacerlo sobre una superficie plana y dura para conseguir un mejor apoyo. Un buen doblez se debe realizar manualmente y en un solo movimiento para no maltratar el papel y evitar quiebres.

Para unir los puntos del papel que se deben encontrar es recomendable apoyarse en un soporte rígido deslizando los dedos suave y firmemente a lo largo del papel y por encima del doblez, de izquierda a derecha.

Si se desea, se pueden marcar las líneas de doblez con un punzón o con algún instrumento metálico, de esta manera se facilita el trabajo porque éste va dejando una hendidura por todo lo largo de la línea del doblez. Otro método para marcar los dobleces es utilizando una navaja y haciendo pequeños y suaves cortes superficiales con la ayuda de una regla. Hay que evitar los cortes profundos porque el papel puede debilitarse considerablemente o incluso romperse, por ello esta técnica se emplea para doblar papel muy grueso o cartones.

Los posibles dobleces que pueden ser ejecutados en el papel se resumen en dos tipos: el doblez valle (simbolizado por una línea de guiones) y el doblez montaña (simbolizado por una línea punteada). Ambos son movimientos elementales de la ingeniería del papel que representan la contracción o la expansión del diseño.



SEGUNDA PARTE

ANÁLISIS ESTÉTICO DE LA INGENIERÍA DEL PAPEL

Se le llama ingeniería del papel a los procesos artísticos creativos que involucran el papel o cartón como medio plástico ya sea cortado o doblado, para desarrollar estructuras o modelos desplegables, esculturas, envases, etc. Es conveniente anotar que a la ingeniería del papel algunos autores la denominan *arquitectura en origami*, sin embargo, se optó por emplear la expresión *ingeniería del papel* como un equivalente del término inglés *pop-up*; de este modo, se pretende adoptar una definición que resulte no solamente más explícita en cuanto a la manipulación del material sino también a los efectos que se obtienen en los procesos de creación artística. Algunas aplicaciones de la ingeniería del papel se pueden encontrar en la elaboración y diseño de exhibidores, trípticos, tarjetas comerciales y libros.

Este trabajo es un estudio de la ingeniería del papel, conocida en inglés como pop-up. Su nombre hace alusión al modo en que las palomitas de maíz explotan cuando se cocinan; de manera similar, un trabajo de pop-up o ingeniería del papel, al abrirse revela formas que literalmente brincan desde su interior. En concreto, un trabajo de ingeniería del papel es una estructura hecha con papel que se auto-erige formando una figura, auxiliándose para ello de cortes estratégicos y dobleces o membranas agregadas.

El principal antecedente de la ingeniería del papel lo constituye el arte oriental del origami. La palabra *origami*, es un vocablo japonés compuesto por las palabras *ori* que significa doblar y *kami*, que quiere decir papel, al unir ambas se acuñó el término "origami" o "papel doblado". Esta técnica mezcla las habilidades manuales del trabajo en papel con la filosofía y la meditación. Su práctica en Japón es considerada una actividad que fortalece el espíritu y desarrolla un equilibrio mental, por lo cual no es una labor exclusiva para los niños como podría suponerse debido a la aplicación que se le ha dado en Occidente. Algunas reglas de trabajo del origami incluyen la prohibición de usar tijeras y pegamento, ya que todo



debe ser doblado, cortado y ensamblado manualmente, lo que garantiza la pureza y limpieza en el acabado de las obras.

Antes de profundizar en el estudio de la ingeniería del papel, es conveniente asentar la definición de las palabras *estética* e *ingeniería*, con el fin de aclarar el uso que aquí se le va a dar a cada uno de estos términos.

El vocablo *estética* toma sentido del verbo griego *aisthanomai* que significa “yo percibo” y del sustantivo *aisthetiké* o “percepción sensorial”; con lo que de cierta manera se define la estética como un fenómeno que se relaciona con la percepción y la apreciación que se recibe por medio de los sentidos y que se traduce en cierto tipo de información. A partir de aquí, esta información se descompone y analiza de acuerdo con determinados conceptos que relacionan dichas observaciones y sus conexiones con la respuesta que el ser humano experimenta al contemplar algo que, por esa sola acción, le produce placer o que es por definición de aspecto agradable a los sentidos.

En general, la estética es una parte de la filosofía que estudia la belleza; es decir, se encarga del estudio de lo bello y trata de probar por qué las manifestaciones artísticas parecen estar cercanas a lo bello. De esta manera, el concepto tradicional de estética se refiere principalmente a la apreciación y habilidad para traducir tales consideraciones en términos que permitan juzgar y valorar la belleza existente en el arte.

*La estética tradicional sirve principalmente como una herramienta de análisis para ayudarnos a probar y comprender por qué el arte existente es arte y por qué el arte es más bello y está más cercano a la verdad que las cosas ordinarias en la vida.*²⁵

Sin embargo, esta postura ha cambiado notablemente, pues si bien el antiguo criterio se basaba en la búsqueda de “lo bello” en contraposición con “lo feo”, actualmente el nuevo concepto de

²⁵ Herbert Zettl. *Op. Cit.* p.2.



estética sustituye esta polaridad bello-feo y la cambia por la de acertado-equivocado, sin realizar juicios de valor definitivos que resulten tajantes o categóricos; de ahí que nazca una renovada noción de la estética fundamentada en el principio de coherencia formal que sustituye al antiguo de búsqueda de la belleza.

Es por ello que algunas de las modalidades más recientes del arte, no pueden ser abordadas en términos de belleza o fealdad, más bien deben ser analizadas en cuanto al principio de coherencia formal, es decir, la claridad y la congruencia con la que se plantean las ideas.

Ahora bien, la obra de arte se compone de dos aspectos esenciales que son:²⁶

- La parte visual que equivale al significante.
- La parte mental que equivale a su significado.

La parte visual o significante corresponde a la forma y todas las propiedades que pueden incluirse bajo esta denominación, como son color, línea y materia, mientras que a la parte mental o significado le corresponden los contenidos y la ideología intrínseca en cualquier mensaje visual u obra artística.

La estética contempla además el problema del arte desde el punto de vista del acto creativo; es decir, analiza la manera en la que el ser humano reacciona emocionalmente a ciertas áreas de su quehacer plástico:

*La interioridad afectiva encuentra su manifestación plástica en el color, del mismo modo que la línea delata la existencia de la esfera racional, y la materia es testimonio de los impulsos instintivos.*²⁷

Estos tres elementos (color, línea y materia) actúan como herramientas expresivas para el artista: por medio de colores se

²⁶ Beatriz Amelia Mejía de Millán. Arquetipos del Arte Occidental. Pereira, Colombia, Editorial Gráficas Olímpica, 1991, p.123.

²⁷ Osvaldo López Chuhurra. Op. Cit. p.98.



manifiestan diversas emociones; a través de la línea se reconoce la relación con el campo de las ideas y se destaca un análisis racional de las formas; y por último la materia es el elemento que al manipularse expone el contacto entre el artista y el manejo de sus estímulos creativos primigenios, puesto que recurre a ellos para experimentar un contacto más visceral con la materia plástica. Así, el modo en el que se utiliza el color, la línea y la materia sintetizan la expresión estética del ser humano, lo anterior aunado a todo el conjunto de significados y contenidos se traduce en lo que se conoce como *estilo*.

Por su parte, la ingeniería es una derivación de la palabra ingenio que viene del latín *ingenium* que significa imaginar o inventar. Ser ingenioso es ser hábil con la imaginación, mientras que ingeniar es aplicar esa cualidad con facilidad o estar dotado de la facultad de inventar, perfeccionar y utilizar determinadas técnicas.

Así pues, una ingeniería consiste en construir y manejar ciertos instrumentos aplicando la imaginación y la destreza manual para obtener y ejecutar obras que destaquen por su originalidad.

Queda por aclarar que el término diseño se utilizará en su significado de proyecto y para los fines específicos de este trabajo, como un esquema o boceto de las creaciones desplegadas de papel.

LAS DIMENSIONES DE LA INGENIERÍA DEL PAPEL

La ingeniería en papel plantea un concepto sumamente interesante: una hoja de papel, que cuenta con tres dimensiones, puede percibirse aparentando ser bidimensional, porque construye formas que se aplanan desapareciendo los cuerpos. Esto repercute en una supuesta transformación desde la bidimensionalidad de las líneas hasta la tridimensionalidad de los volúmenes.

Resulta fácil comprender por qué los troquelados ejercen una fascinación tan duradera: a menudo se trata de creaciones extraordinariamente ingeniosas que combinan



*los rigores de la geometría con el atractivo de la magia. A un nivel más profundo, la transformación de dos dimensiones en tres desafía nuestra experiencia cotidiana y nos parece imposible.*²⁸

Para entender lo anterior basta con analizar un troquelado simple, que está construido empleando solamente cortes y dobleces sobre una hoja de papel:

1. Al principio la hoja de papel es una lámina lisa que posee las características del plano:
 - a) Está formado por una serie de líneas.
 - b) Las líneas se intersectan creando aristas o esquinas.
 - c) La conjunción de dichas líneas encierran o limitan una forma plana.
2. Cuando se realizan los respectivos cortes y dobleces, es necesario seguir un eje de simetría que sirva de apoyo. Las formas tridimensionales aparecen jugando con la ilusión creada por el uso del espacio positivo-negativo.
3. Si un modelo de ingeniería en papel, un troquelado por ejemplo, que se abre en ángulo de 90° se extiende más, se puede observar que las formas vuelven a aplanarse recuperando la forma plana original del papel que lo generó. (Fig. No. 8)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura No. 8 Troquelado simple

²⁸ Paul Jackson. *Enciclopedia de origami y artesanía en papel*, Barcelona, Editorial Acanto, 1998, p.42.



EL PLANO BIDIMENSIONAL

La bidimensionalidad es el medio esencial que algunos artistas emplean para expresarse y crear; en la superficie pictórica la línea se convierte en dibujo que al incluirle color y claroscuro se transforma en objetos que brotan desde el plano, dotando a la superficie con una eficaz ilusión óptica. En el caso de la ingeniería del papel las formas se construyen gracias al manejo de planos, es esencial para la construcción y diseño de los modelos comprender y traducir figuras a su correspondiente lenguaje en función del plano.

El plano es, específicamente, un ente geométrico que se distingue por tener dos dimensiones y por pertenecer a ese mundo de abstracciones que da un significado a la palabra geometría.²⁹

La realidad circundante está compuesta de objetos tridimensionales, pero en la visión del artista, ésta se reacomoda siempre en función de la interpretación personal; es decir, la realidad está expuesta a ser reorganizada para poder leer en ella planos que son componentes de formas volumétricas, y en el arte se pueden encontrar obras que ejemplifican esta interpretación artística resultado de la lucha del paso de la segunda a la tercera dimensión (plano vs. volumen).

Así pues, el plano es organizador del espacio en virtud de que al multiplicar planos, el espacio se amplía para dar cabida a las formas que surgen creando fondo y figura.

*Una línea puede ser representada por una serie de puntos.
Un plano puede ser representado por una serie de líneas.
Un volumen puede ser representado por una serie planos.³⁰*

La relación figura-fondo es una de las fuerzas estructurales elementales susceptibles de ser manipuladas y es también un

²⁹ Osvaldo López Chuhurra. *Op. Cit.* p.53.

³⁰ Wucius Wong. *Fundamentos del...Op. Cit.* p.107.

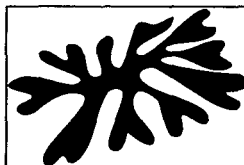


elemento de referencia para determinar puntos o focos de estabilidad perceptual. Sus características son las siguientes:³¹

1. Habiendo establecido en una imagen determinada qué es figura y qué es fondo, la primera siempre tiene forma de cosa y es percibida como un objeto físico tangible, lo contrario que sucede con el fondo.



2. La figura se observa depositada en el fondo o enfrente de él.



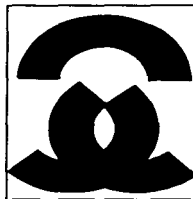
3. La línea que separa a la figura del fondo forma parte de la figura.



³¹ Herbert Zettl. Op. Cit. pp. 112-113.



4. La figura es susceptible de ser movida o cambiada de lugar y posición, no así el fondo.



5. El fondo se percibe como continuo detrás de la figura.



La comprensión de la bidimensionalidad es básica para ser aplicada en áreas como el dibujo, el grabado, la pintura e incluso como un apoyo en campos que requieren del análisis y estudio de la tridimensionalidad como en la escultura o en la arquitectura.

LA FORMA TRIDIMENSIONAL

Uno de los recursos más importantes de la ingeniería del papel es, como ya se dijo anteriormente, la creación de espacios virtuales; o por decirlo de otro modo, la construcción de formas volumétricas aparentes por medio de la utilización del espacio y la forma.

Surge aquí un problema, ¿si el espacio es el aire, el vacío entre los objetos, la forma es *no-espacio* o *antiespacio*?. Para resolver este cuestionamiento basta pensar que el escultor trabaja con ambos



elementos: manipula el material mientras que le da sentido y proporción a la no-materia o espacio que circunda la masa.

El acto creador implica inexorablemente la necesidad de la forma, crear en última instancia (y en el arte) es dar forma a una materia.³²

Un cuerpo cualquiera, una silla por ejemplo, está constituido por una masa que es el material del que está hecha; pero a la vez también la compone el espacio circundante que da forma al asiento y moldea las patas. Cada uno de ellos es tan importante como el otro, pues sin formas no se define el espacio y sin espacio no hay cabida a las formas. *"Los espacios y las formas están unificadas."³³*

Se puede decir entonces que hay dos categorías del concepto espacio:

- I. El espacio positivo o forma física material.
- II. El espacio negativo o forma inmaterial envolvente.

La ingeniería del papel aprovecha esta cualidad inseparable de la forma y combina espacio positivo y negativo en la construcción de los diseños. Las formas pueden parecer absolutamente tridimensionales al observarlas por alguna de las caras y sin embargo conservan la cualidad de abatirse y regresar a la forma plana de la que surgieron. La polaridad de los conceptos convexo y cóncavo surge como materia básica del estudio de la forma en la ingeniería del papel: una es parte fundamental de la otra y se reúnen en el cuerpo que construyen.

El manejo del espacio en tres dimensiones plantea la posibilidad de tener un acercamiento estético directo con el objeto, ya sea visual, táctil o manual, pues son innegables las cualidades lúdicas de los trabajos realizados en ingeniería del papel, por lo que la creación de

³² Ibidem. p.41.

³³ Betty Edwards. Aprender a dibujar con el lado derecho del cerebro. 2ª reimpresión, España, Editorial Herman Blume, 1988, p.106.



espacios en este sentido enriquece la experiencia perceptiva y sensorial al fomentar la interacción obra-espectador.

EL CINETISMO

Dentro de este marco referencial, otro de los elementos que resulta imprescindible considerar en la ingeniería del papel es el movimiento o *cinetismo*. El espectador da sentido, incluso vida a la forma al operar el diseño. Sin un espectador que opere el mecanismo no existe movimiento y por lo tanto se anula la experiencia estética.

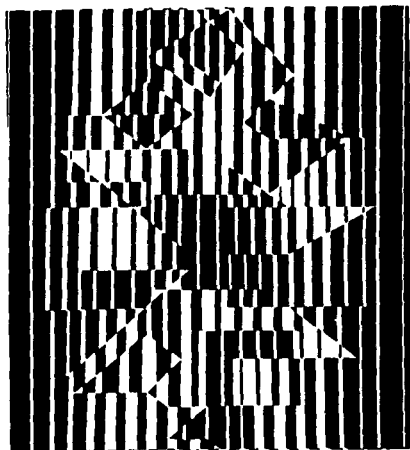
La representación del movimiento ha sido una constante para los artistas de todas las épocas. Ya el hombre primitivo pintaba a los animales y a él mismo en una actividad; el artista griego expresaba el movimiento que el cuerpo humano le dictaba en atléticas esculturas, lo mismo se observa éste en la característica repetición de columnas propia de su arquitectura. Mas adelante los pintores buscaron apropiarse del movimiento representando personajes en acción, mantos o ropajes revueltos por el viento, e incluso intentaron plasmar la vibración que produce la luz en el ojo con el impresionismo y el puntillismo o "congelando" las distintas caras de los objetos con el cubismo hasta encontrarse con la representación más fiel del movimiento con el arte cinético.

El lenguaje del cinetismo es la movilización real o aparente de formas, colores o luz, por medio de la utilización y aprovechamiento de artificios ópticos o mecanismos que convierten la obra de arte en un objeto activo.

La exploración del cinetismo abarca los siguientes campos:³⁴

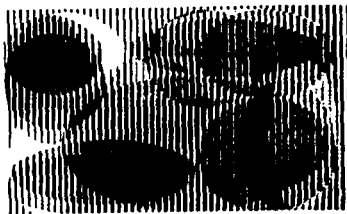
1. **Los fenómenos ópticos:** el movimiento puede ser generado por el espectador pero se sustenta en la vibración que ciertas imágenes producen en el sistema óptico, esto es conocido como *moire*.

³⁴ George Rickey "La morfología del movimiento" en Gyorgy Kepes (compilador) Op. Cit. pp.85-102.



Victor Vasarely: *Composición sin título*

2. Las transformaciones: el movimiento del espectador o del objeto provoca una aparente materialización y desmaterialización del aspecto de la obra.

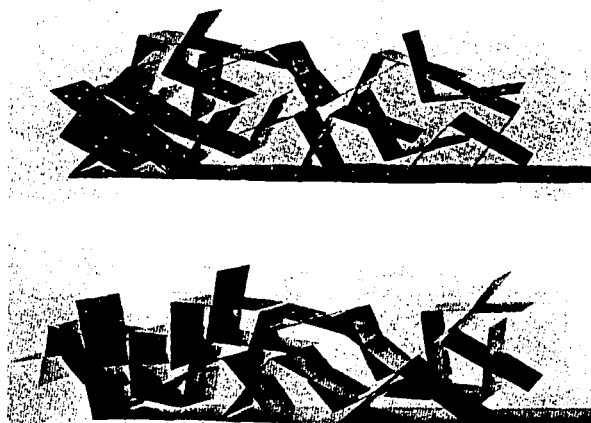


M.C. Escher: *Agam*: vista frontal y lateral de la misma obra.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

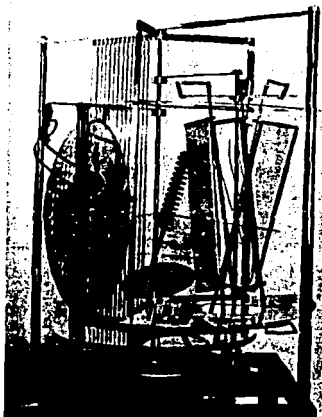


3. Las obras móviles: en las que el espectador interviene ordenando el espacio, siendo él una parte importante de la obra misma.



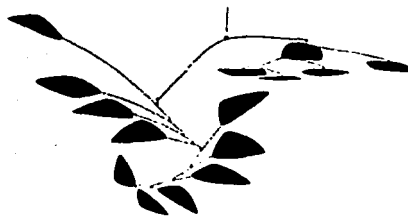
Bruno Munari: *Escultura articulada*

4. Las máquinas: en las que el movimiento es generado por un motor eléctrico, sistemas hidráulicos, poleas o engranajes mecánicos que provocan impulsos activos tales como giros, desplazamientos, deslizamientos ascendentes o descendentes, etc.



Laszlo Moholy-Nagy: *Modulador luz-espacio*

5. **Juegos lumínicos móviles:** consistentes en reflejos de rayos o haces de luz sobre objetos o superficies en movimiento; proyección en pantallas de imágenes de manchas o formas que se mueven rítmicamente.
6. **Los colgantes:** objetos que penden de hilos o alambres, generando su propio movimiento oscilatorio o de balanceo.



Alexander Calder: *Mobile*



La ingeniería del papel o arquitectura en origami se puede considerar como un arte fundamentalmente cinético, puesto que el espectador interviene en ella dando orden al espacio, con lo que su participación se vuelve parte fundamental de la obra misma.

Hacia 1962 el artista George Rickey en un estudio que realizó sobre el arte cinético incluyó una lista, de lo que llamó el territorio cinético inexplorado, entre otras fascinantes posibilidades una de éstas dice:

*El movimiento de membranas a las que se aplica, desde atrás, presión, como medio de dibujo y pintura cinéticos o escultura en relieve.*³⁵

Este es el fundamento en el que se apoya la ingeniería del papel: básicamente el principio que la rige es la utilización de presión que se ejerce desde atrás del diseño para desplazar el papel hacia adelante.

Los trabajos hechos mediante las técnicas de la ingeniería del papel son obras cinéticas por sí mismas, puesto que incluyen ese aspecto de movimiento, pero con la particularidad de que éste no se auto-genera ni lo produce una máquina, sino que es indispensable la participación de un agente externo, en este caso un espectador activo que manipule el diseño, quien funge como la fuerza motriz generadora de acción.

En este punto hay que hacer una indicación: el espectador, al intervenir en la construcción y operación de la obra deja de ser un simple observador pasivo e interactúa con la obra; de manera que se da una retroalimentación entre ambos. Este es el aspecto lúdico que guardan todas las obras hechas en papel, desde un sencillo troquelado, hasta los complejos diseños de la ingeniería del papel.

³⁵ Gyorgy Kepes Op. Cit. p. 112.



EL ESPACIO-TIEMPO

Si bien se ha mencionado reiteradamente la importancia del movimiento en la ingeniería en papel, es necesario exponer también la relación estrecha que el movimiento guarda con el concepto *tiempo*.

El movimiento se percibe como la variación de la posición de un objeto con respecto a un punto dado en el espacio. Estos cambios de posición se dan en relación con la sucesión o la simultaneidad de los eventos que se toman como referencia (o puntos fijos) contraponiéndose a los puntos que varían de ubicación espacial. El ejemplo más claro del movimiento se puede encontrar en la naturaleza: el cambio del día a la noche. El sol sigue una trayectoria desde el oriente hasta el poniente, lo cual indica que hay un cambio significativo en su ubicación y que éste representa transiciones temporales y espaciales que se observan en el movimiento de las sombras proyectadas.

Espacio, tiempo y movimiento están ligados entre sí, de ahí que se mida el tiempo en relación con los cambios y la duración del movimiento, que a su vez depende del espacio para desenvolverse. Los relojes de sol y de arena atestiguan esta triple unión.

El tiempo se concibe inseparable de un contenido (la duración de una etapa, el comienzo de un ciclo, etc.) puesto que es el resultado de una experiencia interior que cobra significado cuando se le atribuye determinado contenido, es decir, la idea de lo que significa el tiempo se relaciona con la satisfacción de las necesidades primarias como el sueño, el hambre, la sed o el cansancio, que a su vez cumplen ciclos establecidos por la naturaleza. El tiempo es un concepto esencial para la percepción de ciertas ramas artísticas; la música por ejemplo necesita del orden que el tiempo ofrece sin el cual todo el conjunto de sonidos carecería de sentido. Los ritmos van indicando la duración de las notas que se combinan con los silencios para formar un todo coherente.



Existe un paralelismo entre el modo en que se da la música y la ingeniería del papel: cuando se ejecuta una melodía, ésta existe al ser percibida por el oído, al momento que se toca la última nota, la experiencia perceptual queda fija solamente en la memoria del oyente, por lo tanto la música es un evento espacio-temporal.

Del mismo modo cuando se abre un diseño en ingeniería del papel la duración del evento determina la existencia de las formas tridimensionales, mismas que desaparecen al ser abatido. Cuando se cierra, las formas ya no existen, por ello la ingeniería del papel es también un evento que se produce en un determinado lapso. De esta manera, al intervenir una nueva unidad de medida distinta a la lineal se puede decir que es un arte multidimensional.

Queda por exponer que la luz es un elemento que debe ser considerado como componente plástico en la ingeniería del papel. La luz es un fenómeno físico gracias al cual percibimos los objetos, cuando la luz choca con ellos los hace visibles para el ojo humano; pero si en la trayectoria de un haz de luz se interpone algún cuerpo opaco, éste produce una sombra. Luces y sombras pueden construir por sí solas espacios virtuales, además de que modifican el campo visual creando una particular atmósfera de bitonalidad.

La iluminación de alto contraste ayuda a visualizar las formas en el papel actuando como pantallas para que la luz encuentre obstáculos en su trayectoria; de esa manera se construyen sombras de acuerdo al orden que establece el diseño. Depende de la creatividad del artista el éxito que se consiga utilizando la luz como elemento plástico, puesto que son los cortes, colocados estratégicamente, los que van a crear ese juego de espacios virtuales, ilusorios.

Cabe aclarar que se está considerando a la luz como un agente estético, que al igual que el color o la forma, es manipulable. No se hace referencia a la luz de la que se compone una imagen pictórica que se puede descomponer en todas las categorías tonales del color desde la más deslumbrante claridad hasta la oscuridad total. La luz pictórica describe a los objetos en la profundidad de un espacio bidimensional para hacerlos notorios, mientras que en la ingeniería



del papel se trata de una luz esencialmente más pura que construye formas que nacen cuando se establece la relación de la obra en el espacio/tiempo que determina el espectador al manejarla.

Para incrementar el valor de contraste que acentúe la fuerza de la polaridad luz/sombra y la consecuente bitonalidad, es recomendable utilizar papel de color muy claro —o incluso blanco— que refleje la luminosidad logrando sombras de contornos nítidos que se perciban en categorías contrastantes puras y fuertemente definidas.

LA PERCEPCIÓN

Algunos recursos visuales de la ingeniería del papel son factibles gracias a que pueden ser aplicados los mecanismos que intervienen en los procesos perceptuales. La manera en que el ser humano percibe su entorno y las condiciones fisiológicas que participan son determinantes para el desarrollo de las distintas áreas de la actividad artística y en ese sentido es válido recurrir a estudiar estos puntos para tener así una aproximación a las etapas creativas por las que se atraviesa al concebir una pieza.

La percepción es el proceso mediante el cual los estímulos que se reciben a través de los sentidos, son transformados por el cerebro en experiencias útiles. Así, las alteraciones en la regularidad del entorno reconstruyen en el cerebro eventos como el movimiento o los colores y formas del mundo exterior.

Cuando el proceso perceptual es deficiente, éste se convierte en un todo caótico y sin sentido, si los estímulos que se reciben son superiores a la capacidad para asimilarlos, las percepciones se tornan confusas o incluso alucinantes. El resultado de la capacidad para reconocer las percepciones en razón de su estabilidad y sus características permanentes, así como de sintetizar las experiencias del pasado y las del presente, se conoce como *constancia perceptiva*, es decir, una vez que se ha percibido un objeto, el conocimiento de éste no cambia y continúa de un modo constante e invariable, sin importar los cambios en la situación física, iluminación o distancia a la que se observa. Por ejemplo en una



fotografía, una caricatura y una pintura de un pájaro, la percepción de éste no cambia aunque se le represente por diferentes medios y maneras o existan cambios en la perspectiva. (Figura No. 9)

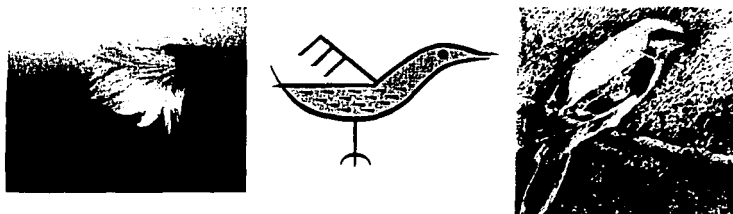


Figura No. 9

El principio de la constancia perceptiva fue desarrollado por el fisiólogo alemán Hermann Helmholtz y explica el modo en que se dan estados mentales relacionadas con los procesos de aprendizaje e incluso contribuye también a aclarar los métodos a los que recurre el cerebro para dar unidad y clasificar los diferentes estímulos que recibe dándoles orden y sentido.

TEORÍA DE LA GESTALT

La percepción fue ampliamente estudiada por los psicólogos Max Wertheimer, Wolfgang Köhler, Kurt Koffka y Kurt Levin, quienes desarrollaron la Teoría de la Gestalt. La palabra *gestalt* en alemán significa forma o configuración. Esta teoría expone entre otras cosas que la percepción debe ser estudiada no como unidades aisladas de recepción de estímulos sensoriales, sino como una configuración global en la que intervienen factores como el entorno y el contexto que dan sentido a la totalidad percibida. La suma de los elementos sólo puede ser comprendida como un todo al ser dirigida por reglas que a su vez también controlan a las partes; por ende, si los elementos que la constituyen se examinan por separado, el significado cambia. Esta teoría explica el porqué se puede reconocer un triángulo (el todo) lo mismo con tres puntos —siempre que éstos



no sean colineales— que con tres líneas (las partes) que deben estar en una relación planilineal, es decir, que construyan una forma.

Así, en la ingeniería del papel, las piezas recortadas dejan de ser elementos independientes que descontextualizados son simplemente trozos de papel doblado, pero dentro de ella se convierten en elementos primordiales que complementan la totalidad de la pieza, puesto que cada una de las ellas juega un papel importante dentro de la concepción general del diseño.

COMPLETITUD

Uno de los mecanismos que emplea el cerebro para estabilizar y dar sentido a la vasta información que percibe es la *completitud*, que básicamente consiste en la actitud mental de “llenar” huecos de información para construir patrones que puedan ser considerados lógicos o completos. Se aplica la completitud cuando se busca de manera inconsciente formas estables en un conjunto aleatorio de manchas. (Figura No. 10) El cerebro reacciona buscando patrones de información conocidos o familiares hasta encontrarles sentido, pero una vez que se cumple este objetivo, es difícil dejar de ver la imagen encontrada puesto que se experimentaría un cambio de orden a caos.



Figura No. 10



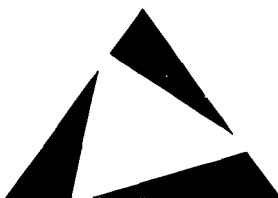
Figura No. 11



Lo mismo sucede cuando se encuentra una imagen, consecuencia de la unión de otras dos que accidentalmente convergen en un mismo sitio, aunque esta unión resulte ilógica. (Figura No. 11)

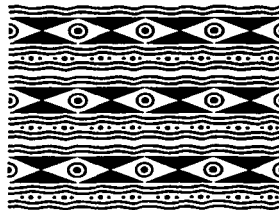
PRINCIPIOS DE LA COMPLETITUD

La completitud se aplica cotidianamente para crear patrones específicos, establecer ritmo visual y dar un orden particular al torrente de información que perciben los sentidos; este orden está fundamentado en los tres principios más importantes estudiados por Wertheimer, Köhler, Koffka y Levin, que son:



Proximidad: tendencia perceptual de agrupar elementos cercanos entre sí, para verlos juntos. En esta figura, la cercanía y posición de los triángulos permite que se formen otros dos, aún cuando ninguno de ellos se toca.

Similitud: cuando los elementos que se perciben se agrupan de acuerdo a las características comunes en ellos, como semejanza en cuanto a forma, tamaño, color, orientación o detalles. En este ejemplo las formas se agrupan para ser percibidas como franjas de diferente textura.



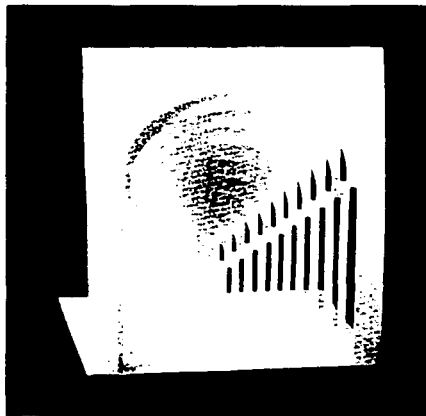


Continuidad. es la tendencia a percibir elementos agrupándolos de acuerdo a una dirección dominante, que una vez que se establece, no es fácil perturbarla. La percepción del arco no se interrumpe por las líneas horizontales, ni viceversa, sin embargo éste domina al atravesarlas tan poderosamente.



En los trabajos hechos con ingeniería del papel se apela al recurso de la completitud para dar continuidad a la creación de espacios ilusorios aplicando los principios anteriormente mencionados de proximidad, similitud y complejidad. En la Figura No. 12, los cortes hechos a la pieza en varios niveles y tamaños, provocan un intenso efecto espacial. El cerebro, al aplicar la completitud, interpreta una imagen que cuenta con perspectiva y profundidad, de gran fuerza arquitectónica.

Figura No. 12
Arcos
Tarjeta creada
por
Masahiro Chatani

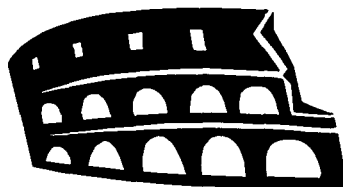
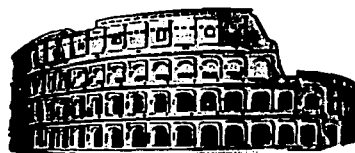


**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Otro de los mecanismos de la Gestalt que favorece la completitud es el concepto de la alta o baja definición de las imágenes, es decir, cuando éstas se perciben con gran cantidad y claridad de datos que facilitan su lectura se dice que son de alta definición; por el contrario si tienen poca información visual se consideran de baja definición, la Figura No.13 presenta dos imágenes que ejemplifican esta variante en la presentación de un mismo objeto.

Figura No. 13
Distintas
representaciones del
Coliseo Romano: de
alta y baja definición



Este recurso puede ser aprovechado para diseñar piezas que cuenten con las particularidades y detalles de la imagen o por el contrario que estén compuestos por formas más puras y abstractas. En la Figura No. 14 se muestra un diseño cuya atención a los detalles es el elemento característico y que por lo mismo se vuelve el sustento visual más fuerte, incluso por encima de la técnica, por lo tanto se trata de una imagen de alta resolución.

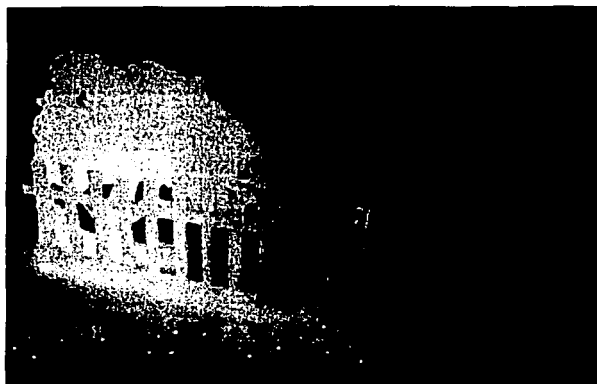


Figura No. 14

Por el contrario, en una imagen de baja definición (Figura No. 15) se puede observar que la atención en el uso de los elementos simples constituye la parte que primordialmente destaca de la pieza. Su construcción se lleva a cabo con una hoja doblada y recortada que se eleva en dos planos. En este caso el cerebro aplica la completitud suponiendo que éstos son paredes que forman parte de una construcción arquitectónica, con lo que agrega las paredes faltantes, el efecto se redondea con los cortes que corresponden a puertas y ventanas.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Figura No. 15

Las imágenes de baja definición favorecen la aplicación de la completitud al estimular al espectador a encontrarles sentido llenando mentalmente las partes faltantes. El reto consiste en lograr que éste participe de la experiencia manteniéndolo interesado en el ejercicio mental que representa explorar una imagen de baja definición.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



LA INGENIERÍA DEL PAPEL

Como se dijo anteriormente, este trabajo es un estudio de la ingeniería del papel, conocida en inglés como pop-up. Su nombre hace alusión al modo en que las palomitas de maíz explotan cuando se cocinan; de manera similar, un trabajo de pop-up o ingeniería del papel, al abrirse revela formas que literalmente brincan desde su interior. En concreto, un diseño de ingeniería del papel es una estructura que se auto-erige formando una figura, auxiliándose para ello de dobleces o piezas agregadas.

Cabe hacer la aclaración de que se estudiarán las técnicas de la ingeniería del papel que construyen forma o que logran estructuras que sugieren su representación, pues bajo esta denominación también se pueden encontrar otras cuyo objetivo es la creación de juegos de transformación visual empleando para ello piezas deslizables, solapas, ventanas, mecanismos elásticos, etc.

Por otro lado es conveniente agregar que a las técnicas expuestas en este trabajo algunos autores las conocen como *origami arquitectónico*, que es el tipo de trabajo que desarrolló a principios de 1980 el profesor de arquitectura del Instituto Tecnológico de Tokio, Masahiro Chatani, sin embargo se optó por emplear el término *ingeniería del papel* como un equivalente del inglés *pop-up* con lo que se pretende obtener una definición más explícita en relación a los principios de manipulación del material y los efectos que se obtienen en los procesos de creación artística.

Ciertamente el antecedente más importante de la ingeniería del papel lo constituye el arte oriental del origami. *Origami* es un vocablo japonés que se compone de las palabras *ori* o doblar y *kami*, que quiere decir papel, ambas palabras unidas literalmente significan "papel doblado". Esta técnica mezcla las habilidades manuales del trabajo en papel con la filosofía y la meditación. La práctica del origami en Oriente es considerada una actividad que fortalece el espíritu y desarrolla ciertas habilidades tales como la paciencia por ejemplo. Algunas reglas de trabajo del origami



incluyen la prohibición de usar tijeras y pegamento, ya que todo debe ser doblado, cortado y ensamblado manualmente, con lo que se garantiza pureza y limpieza en el acabado de las obras, esto marca la principal diferencia con la ingeniería del papel en la que es primordial el uso de estas herramientas.

La definición de lo que es la ingeniería del papel, en términos generales se puede declarar de la siguiente manera: *“la estructura de papel que, en forma tridimensional se erige automáticamente sobre sí misma cuando se abre.”*³⁵ Esto se logra gracias a una serie de cortes, dobleces y membranas adheridas, cosidas o pegadas que hacen aún más “elástico” al papel. El objetivo de la ingeniería del papel es crear la ilusión de soltura y libertad, pero principalmente de movimiento y fuerza que el papel por sí mismo no tiene.

La construcción de piezas y objetos de papel que incluían diseños con movimiento se remonta al “Periodo Edo” en Japón (1600-1868), el “Okoshie-e” o *modelo doblado de papel* era usado para diseñar casas de té. En este sentido se puede considerar a las técnicas artísticas que se han desarrollado a partir del origami (como la arquitectura en origami y la ingeniería del papel) como un producto de la fusión cultural entre Oriente y el Occidente, así como también un puente que acerca los tiempos antiguo y moderno al utilizar esas mismas técnicas ancestrales y combinarlas con nuevas aplicaciones.

Por otro lado, en la Europa del siglo XV ya se trabajaba con diseños realizados en papel que incluían una labor de doblez que constituía el principal atractivo, como se muestra en una carta plegable fechada en 1460 cuidadosamente doblada sobre sí misma y decorada con detalladas y finas ilustraciones, al estilo de los libros medievales. (Figura No. 18)

³⁵ Paul Jackson. *Make it with paper. Paper pop-ups*. Massachusetts, Quarry Books Rockport, 1997, p.6.

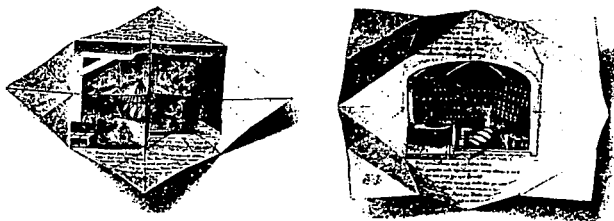


Figura No. 18

Sin embargo, los diseños que aplicaban las técnicas de ingeniería del papel comenzaron a comercializarse en el Londres victoriano del siglo XIX. La Figura No. 19 es una tarjeta alemana que data de 1825 e incluye partes de papel que se desplazan hacia adelante por medio de piezas móviles, el movimiento se logra con la ayuda de otra pieza que funciona como palanca.

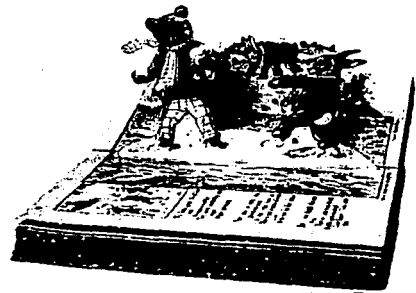
Figura No. 19
"Pareja de novios", tarjeta comercializada en Nuremberg hacia 1825.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Figura No.20
"Rupert the bear",
libro de cuentos
creado por Mary
Tournel y publicado
en 1931 en el
anuario del *Daily*
Express.



Otro tipo de trabajo que ha tenido gran éxito lo constituyen los libros. En este caso los artistas recreaban historias y cuentos infantiles en páginas que contaban con movimiento y complicados diseños que incluían el laborioso proceso de colorear a mano con pinturas acrílicas o acuarelas (Figura No. 20), lo que convertía a estos libros en verdaderas piezas artesanales por lo detallado y complejo de su manufactura.³⁶

Sin embargo, los principios geométricos detrás de la ingeniería del papel se encuentran mucho más lejos, en sitios algunas veces poco identificables. Las estructuras auto-erigibles han sido usadas durante siglos por diseñadores de origami, escenógrafos, constructores de aparadores, y desde el principio de los tiempos por la naturaleza.

Ejemplos de esto se encuentran en las flores que se abren de día y se cierran de noche, en cierto tipo de palmas que presentan las hojas plegadas como un acordeón o en las partes motrices de algunos animales, en las alas de las aves, formadas por plumas que se contraen y expanden, (Figura No. 21) en los peces que tienen aletas plegables o escondidas dentro de su cuerpo, que extienden cuando entran en uso pero que mantienen "guardadas" cuando no se utilizan (Figura No. 22) y de forma especial en algunos reptiles como el

³⁶ Michael Clarke. Watercolor. Londres, Dorling Kindersley Limited, 1993, pp.44-45.



basilisco que posee una gran membrana en la cabeza que extiende cuando se ve atacado. (Figura No. 23)

Todos estos datos arrojan información acerca del modo en que el hombre ha relacionado el entorno aplicándolo a las artes o diseñando objetos de uso cotidiano.

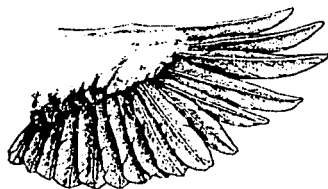


Figura No. 21

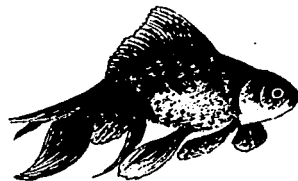


Figura No. 22



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura No. 23

El principio de construcción de la ingeniería del papel está basado en el análisis y sintetización de imágenes y el desglose de los



diferentes planos que la conforman, para con ello crear efectos de profundidad y movimiento o construir formas tridimensionales. Un diseño de ingeniería del papel consta de las siguientes partes (Figura No. 24):

1. Hoja de soporte: es la superficie donde se apoya el diseño y en la que se pegan las diferentes piezas de papel. La técnica empleada determina la apertura de la hoja de soporte, es decir, si se abre a 90° o a 180° .
2. Membranas: son trozos de papel que unen los diversos elementos (como piezas brotantes o planos) con la hoja de soporte, su objetivo es dar flexibilidad y articulación al diseño entero. Cada uno de los planos o partes brotantes se sujeta al anterior con ayuda de las membranas adheridas por la parte posterior, así cuando el diseño se abre, los planos se colocan uno delante del otro, sosteniéndose en pie entre sí.
3. Piezas brotantes o partes móviles: son los elementos principales de la ingeniería del papel, pues contienen la información de la imagen que fue sintetizada y conceptualizada. Se encuentran adheridas a la hoja de soporte o suspendidos por las membranas, creando la ilusión de "brincar" como respuesta a la apertura de la misma

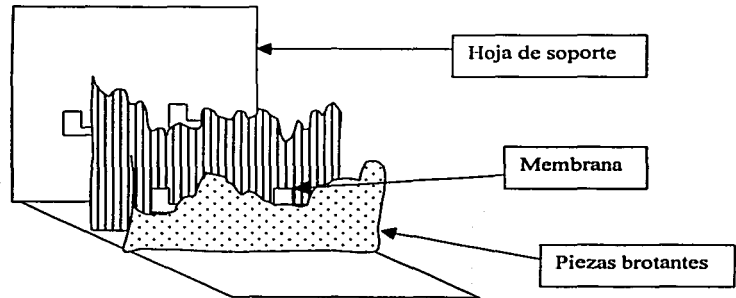


Figura No. 24



Con el objeto de explicar el principio bajo el que opera la ingeniería del papel, se tomará como ejemplo la técnica del escenario, en principio se requiere de una imagen (Figura No. 25) ésta representa un fragmento del campo visual que abarca la mirada (como una fotografía) y expone varios niveles de planos que se reconocen como telones superpuestos. A continuación, la imagen se sintetiza obteniendo así un dibujo de línea (Figura No. 26) en el que se pueden distinguir los siguientes segmentos: partiendo del plano más lejano o plano de fondo, se observan distintos planos centrales que contienen fragmentos de la información, mientras que los elementos más cercanos forman parte del primer plano con los objetos más próximos al observador. (Figura No. 27 y Figura No. 28) De este

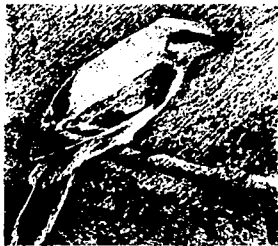


Figura No. 25

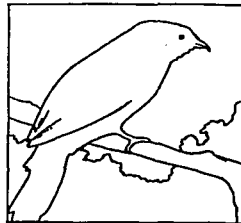


Figura No. 26

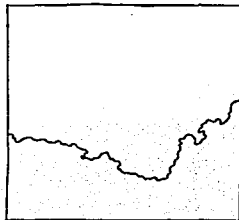


Figura No. 27

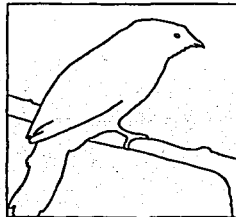


Figura No. 28



modo un cuerpo se traduce en un diseño de línea bidimensional para después regresarlo a la tridimensionalidad.

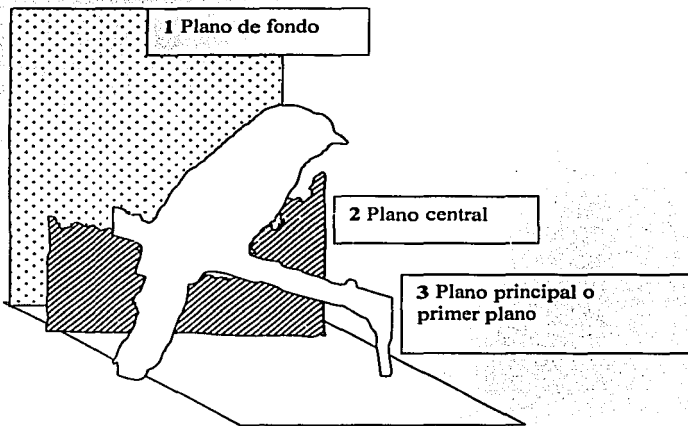


Figura No. 29

Cuando las hojas de soporte se abren, las membranas jalan las diferentes piezas de papel, permitiendo que los planos creen un efecto de tridimensionalidad y volumen, al estar superpuestos pero con cierta separación. (Figura No. 29)

Algunas técnicas de la ingeniería del papel, como los troquelados, no utilizan membranas, porque la labor de jalar hacia adelante el diseño la realizan los cortes y los dobleces aplicados al papel.



TÉCNICAS BÁSICAS DE LA INGENIERÍA DEL PAPEL

Las técnicas de la ingeniería del papel que se presentan a continuación, están clasificadas de acuerdo al ángulo de apertura al que necesitan abrirse para expandir el diseño, éstos pueden variar en un rango tan amplio que va de 0° a 360°. Sus títulos corresponden a la traducción al español de las técnicas presentadas por Paul Jackson en su libro *Make it With Paper, Paper Pop-ups*.

De este modo se distinguen dos variantes:

I. Técnicas que se abren en ángulo de 90°

- Troquelado
- Troquelado ranurado
- Escenario

II. Técnicas que se abren en ángulo de 180°

- Abanico
- Silueta
- Espiral
- Tienda de campaña
- Cilindro
- Hexágono
- Caja I y Caja II
- Cubo I y Cubo II

Para facilitar esta clasificación, se hará referencia al primer grupo como *Técnicas a 90°* y al segundo grupo como *Técnicas a 180°*.

Las técnicas a 90° requieren de una hoja de soporte en la que el diseño descansa y que le sirve de refuerzo. Cuando la hoja se abre más de esta medida, se pierden las cualidades de volumen y espacio, la hoja de papel se aplana y recupera la forma original de una lámina lisa. Dentro de esta clasificación se encuentran los *troquelados* que solamente requieren de algunos cortes y dobleces



estratégicamente distribuidos y el *escenario* que se elabora con planos agregados que se van superponiendo. La técnica del escenario que se encuentra en esta clasificación también puede ser construida en una hoja de soporte cuya apertura sea de 180°.

Por su parte, las técnicas a 180° constituyen una de las secciones más fascinantes de la ingeniería del papel, pues los diseños prácticamente “nacen” a la vista del espectador cuando éste abre la hoja de soporte. En esta clasificación se encuentran: *el abanico, la silueta, el espiral y la tienda de campaña*, formadas por elementos que se levantan, pero que continúan siendo piezas planas. Por otro lado están las técnicas que por medio de diversas piezas construyen formas volumétricas y tridimensionales, en este caso la técnica del *cilindro* establece el fundamento para la elaboración de otras técnicas como el *hexágono* y las dos variantes de la *caja*, cada una con diferente orientación espacial. A partir de las dos versiones de la caja se elaboran dos tipos de *cubo* que son las técnicas que logran un mayor grado de volumen, pues crean cuerpos cerrados y compactos en el sentido espacial de la forma.

Dentro de la ingeniería del papel se pueden distinguir muchas variantes que utilizan las técnicas básicas y sus combinaciones, agregando piezas, eliminando dobleces, plegando, cortando, etc. por ello es necesario conocer cómo se construye cada una para así poder experimentar y lograr diseños originales.

Enseguida se van a estudiar una por una estas técnicas básicas de la ingeniería del papel. Es importante tener en cuenta que las piezas deben ser medidas y las estructuras ensambladas con precisión para lograr un buen resultado al momento de abrir el diseño, por ello es recomendable hacer bocetos o versiones de práctica en papel de bajo costo antes de realizar cortes en el papel definitivo. El boceto no solamente muestra el método que se va a seguir para ensamblar el trabajo, sino que también ayuda a planear si deben hacerse cambios en el diseño, los materiales y los colores; en esta parte del proceso también se puede experimentar agregando o quitando piezas.

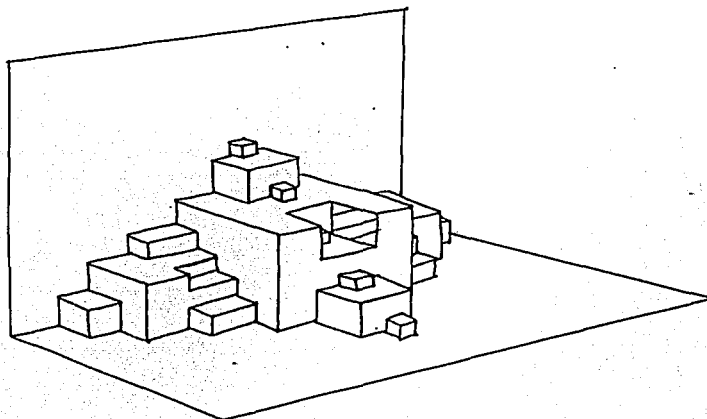


TROQUELADO

El troquelado es una técnica de la ingeniería del papel que solamente requiere de la aplicación de cortes y dobleces en el papel, sin necesidad de pegar piezas que lo hagan erguirse, pues son los dobleces los que realizan el trabajo de desplazar y empujar el papel hacia delante levantándolo al abrirse.

Con los troquelados se pueden obtener diseños geométricos haciendo cortes por generaciones, tan complicados o tan simples como se requiera, por lo tanto los cortes deben hacerse con la mayor exactitud posible, puesto que de ello depende el éxito en el movimiento que se genera.

Esta técnica es básica para comprender el funcionamiento de la ingeniería del papel, porque muestra de una manera sencilla la labor que desempeñan los dobleces al erguir y contraer un diseño.

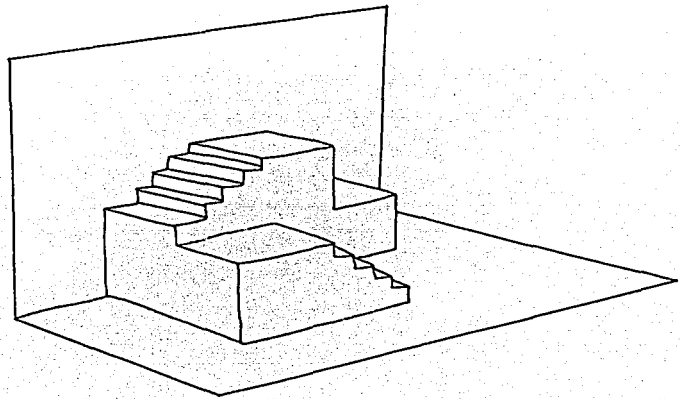




TROQUELADO RANURADO

Esta es una variante del troquelado simple que, a diferencia de éste, no se restringe a diseños geométricos recortados por generaciones, puesto que se pueden realizar composiciones que integren formas libres o asimétricas.

Se construye con una pieza de papel a la que se le hacen cortes a distintos niveles para crear un efecto de profundidad que resulta muy atractivo visualmente, en este caso con los cortes se logran formas que remiten a construcciones arquitectónicas sencillas.

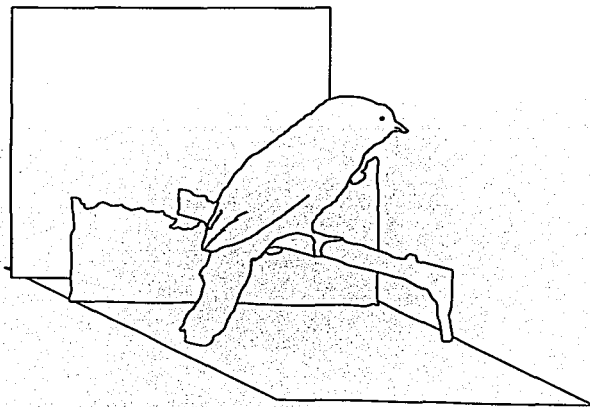




ESCENARIO

Esta técnica es probablemente la más utilizada para productos comerciales como libros, tarjetas de felicitación, trípticos publicitarios y exhibidores (displays). La razón de esto es que se crea cualquier tipo de escenografía aparentemente sin soporte logrando un agradable efecto. La parte más importante de esta técnica no está a la vista: las membranas con que se sostienen las piezas de papel o las partes brotantes. La ubicación de las membranas es fundamental para que la técnica del escenario tenga el efecto esperado, porque las capas que lo conforman van conectadas por ellas.

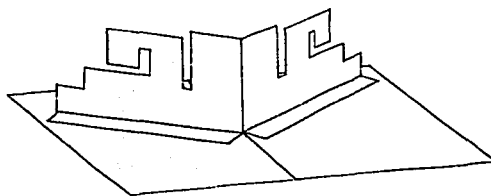
Para lograr que todas las piezas se levanten, las capas del frente deben estar sujetas a la mitad de la hoja de soporte que sirve de base mientras que las de atrás se adhieren al fondo de la misma. Como regla general, el máximo número de capas es cuatro, porque si se colocan algunas más, la construcción podría comenzar a caerse hacia el frente.





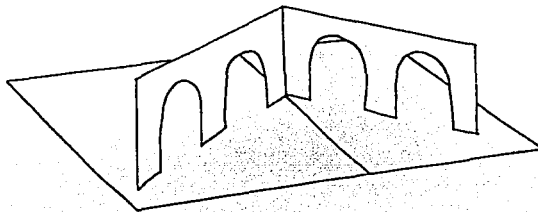
ABANICO

La técnica del abanico se caracteriza por el movimiento de la pieza brotante que da un importante giro sobre la hoja de soporte, que al abrirse imita el efecto de un abanico. Para su construcción se traza un ángulo que puede medir desde 1° hasta 175° en forma de "V" sobre la línea media de la hoja de soporte. Sobre éste se pega una pieza de papel con la ayuda de lengüetas; este sencillo mecanismo literalmente "empuja" el diseño hacia el espectador.



SILUETA

La característica principal de la silueta es que la pieza brotante debe parecer que "surge" del papel sin necesidad de membranas. Para lograr este efecto se cortan ranuras en la hoja de soporte por las que se introducen las lengüetas de la pieza brotante y se pegan por el reverso. El diseño puede tener cualquier contorno, no importa la complejidad y pueden ser acoplados varios planos a lo largo de un mismo pliegue o doblez.

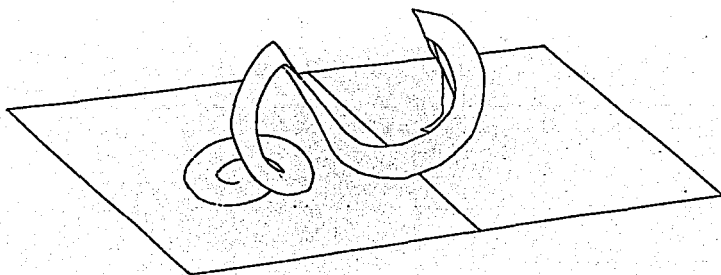




ESPIRAL

La técnica del espiral no requiere de mediciones, pues su principal atractivo es el carácter asimétrico que parece incidental y hasta cierto punto resultado del azar. El único sustento técnico es saber cuántas vueltas puede tener la pieza brotante de un diseño. Si son muy pocas la hoja de soporte no se abrirá completamente plana, pero si son demasiadas, el espiral se colgará al abrirlo y no se extenderá.

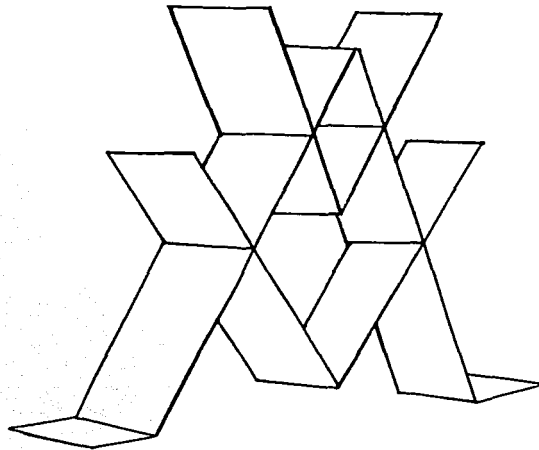
Como regla general serán correctas entre dos y tres vueltas, dependiendo del sitio en que se termine y pegue a la hoja de soporte, tan cerca o lejos del doblez central. Si no está pegado en el lugar correcto se abrirá con dificultad o girará torpemente, por ello debe pegarse ajustándolo de forma correcta para que quede bien balanceado.





TIENDA DE CAMPAÑA

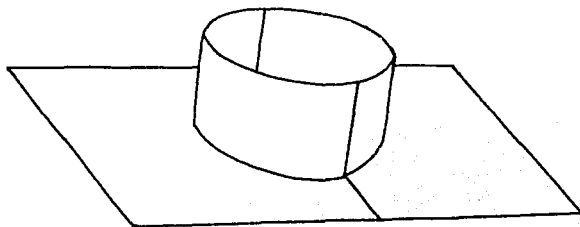
Esta técnica también se conoce como *V invertida*, pues semeja esa forma cuando se despliega; para construirla, las partes brotantes se pegan a ambos lados de la hoja de soporte con lo que se obliga al papel a extenderse dibujando una figura parecida a este símbolo: Λ . Con la tienda de campaña, se obtiene una sensación de ligereza, y es particularmente buena para exponer diseños en un aparente estado flotante, como si estuvieran colgados del papel. Para lograr un resultado aún más vistoso, se puede incluir hilo, con el que se crean efectos interesantes de transparencia.





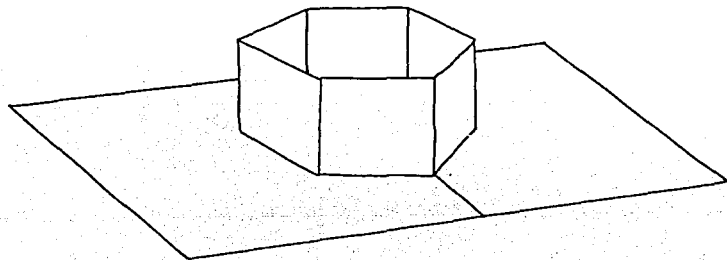
CILINDRO

Con esta técnica se crea la posibilidad de construir figuras con diseños volumétricos; en este caso una forma tubular o cilíndrica. La sencillez del cilindro se forma con una única pieza de papel que se pega a la hoja de soporte con la ayuda de dos pequeñas lengüetas.



HEXÁGONO

El hexágono es una variante del cilindro, la única diferencia que hay entre ellos es el número de dobleces que se realizan para construir un prisma hexagonal, pero al igual que en el cilindro solamente se utiliza una pieza de papel y una hoja de soporte.

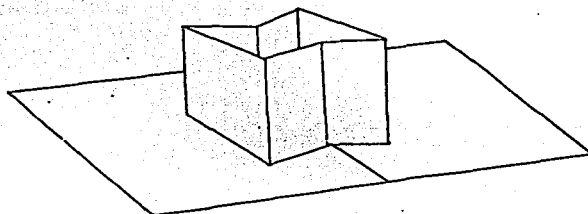




Caja I

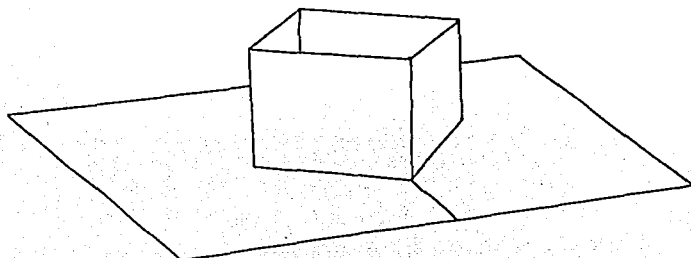
La caja I o *caja en escuadra* se ajusta con relación a un ángulo de 90° sobre el doblez central de la hoja de soporte.

Su ubicación obliga a hacer un doblez extra que, aunque rompe la uniformidad de la construcción, permite que el diseño se pueda abrir y cerrar con facilidad.



Caja II

La caja II o *caja diagonal* se coloca a 45° a través del doblez central de la hoja de soporte, esto permite obtener mejores y más limpios dobleces en los costados y que la caja se posicione con mayor suavidad al abrirse.

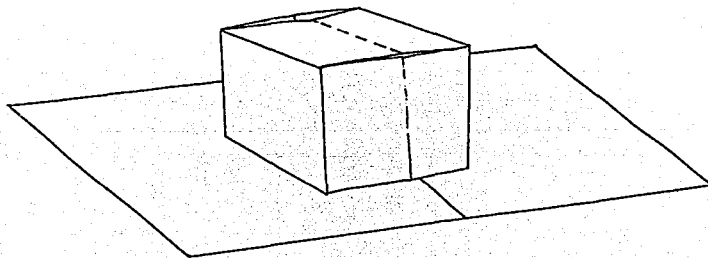




CUBO I

Esta técnica es muy agradable a la vista, pues transmite una sensación de solidez y completitud, además es particularmente fascinante para el espectador pues logra el efecto de un objeto tridimensional que “salta” cuando la hoja es abierta y cerrada. Pero se necesita ser muy cuidadoso al construirla, pues cualquier error puede significar que el efecto de tridimensionalidad de la caja no se logre o no salte al abrirse.

Este primer cubo está basado en el esquema de construcción de la caja en escuadra, y requiere de una columna central que sostiene la tapa y permite que quede fijo en la misma posición al abrir y cerrar la hoja de soporte.

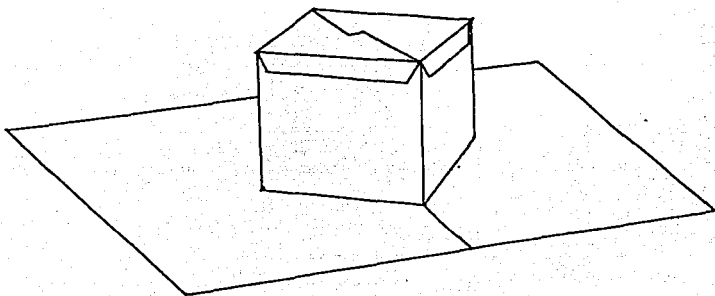




CUBO II

La segunda técnica para armar un cubo es la caja diagonal, pero con una variante: requiere de dos piezas de papel idénticas que forman la tapa del cubo.

La única indicación importante consiste en que hay que empalmar las lenguas de las tapas para que la forma del cubo quede completamente cerrada.





PROYECTOS DE INGENIERÍA DEL PAPEL

Las propuestas plásticas que surgen a partir del análisis de los diferentes elementos que componen a la ingeniería del papel, responden por un lado a la necesidad de hacer posible que exista público para las manifestaciones artísticas que se relacionan con el empleo del papel como herramienta plástica, deslindándolo del que usualmente lo consume en otras modalidades comerciales como libros infantiles, trípticos o tarjetas, que son el resultado de la estrecha relación que guarda la ingeniería del papel con el diseño gráfico, por su aplicación funcional inicial en empaques o como una herramienta más de éste.

Otro de los objetivos es acercar al espectador a este tipo de expresiones plásticas haciéndolo partícipe de ella, en virtud de que él es la fuente generadora del movimiento que la ingeniería del papel necesita; de esta forma se convierte en una experiencia interactiva en la que interviene también el aspecto lúdico del evento. Por otro lado está la importancia de resaltar las características constitutivas de la ingeniería del papel que, sin lugar a dudas, la acercan a la plasticidad de la escultura con el manejo de la tridimensionalidad y el cinetismo.

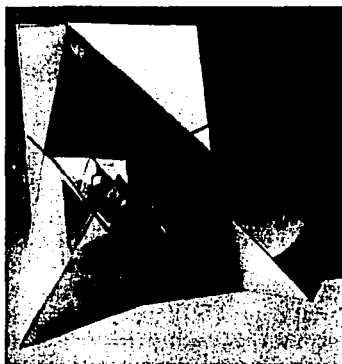
A continuación se presenta una propuesta plástica generada a partir del estudio de la ingeniería del papel: *Esculturas portátiles*. Las esculturas portátiles o esculturas de viaje, son estructuras abatibles compuestas por segmentos planos, (en este caso piezas de papel) recortados, doblados y ensamblados artísticamente, que evolucionan en configuraciones completas. Están planeadas y construidas con el propósito de generar en el usuario interactividad al manipularlas con el fin de apreciarlas como formas tridimensionales.

La siguiente ilustración (Figura No. 30) muestra una escultura de viaje diseñada por Bruno Munari en 1958. Esta escultura es un proyecto que se desarrolló a partir del estudio que realizó en una hoja de papel a la cual le fueron aplicados una serie de cortes y dobleces, manteniendo la forma de la hoja sin seccionarla. El objetivo principal es invitar al espectador a manipularla, creando



una relación de interactividad, apartándolo de ser un objeto artístico estático.

Figura No. 30
Bruno Munari
Escultura de
viaje
1958



Uno de los aspectos más atractivos de la ingeniería del papel lo constituye la creación de volúmenes donde, en apariencia, no hay más que papel doblado. El paso de la bidimensionalidad del diseño trazado en papel a la tridimensionalidad de la forma es sin duda una cualidad estética única de ésta. Al analizar las condiciones que hacen posible este fenómeno se puede encontrar un punto donde se fusiona la ingeniería del papel con la escultura, puesto que comparten no solamente el principio del manejo de volúmenes, sino que también son el resultado del estudio y en consecuencia la distribución planeada del espacio y la forma. Una escultura es una obra tridimensional que puede ser observada desde todos sus lados, lo mismo ocurre con un diseño de ingeniería del papel completamente abierto. De esto modo, un modelo en papel trabajado bajo esta técnica puede ser considerado propiamente como una escultura, pero con la peculiaridad de que se abate sobre sí misma y puede ser transportada de un lugar a otro, todo lo cual hace que cambie la concepción tradicional de la escultura de ser un arte que se trabaja a partir del manejo de volúmenes reales a concebirlo



en función de las posibilidades de planos abatibles y espacios físicos ilusorios.

Este proyecto está planeado para ser aplicado en diseños basados en las técnicas que se abren a 180°, en los que existe la posibilidad de que la hoja de soporte se posicione como la base de la estructura completa, colocando el modelo en exposición, sin embargo las técnicas a 90° contienen elementos que sirven como herramientas para dar completitud o resolver problemas de carácter técnico.

Uno de los aspectos más interesantes de las esculturas portátiles en ingeniería del papel es que esta técnica permite gran libertad creativa puesto que no hay límites en cuanto a la exploración de la forma, sin embargo, la parte más difícil del proceso es lograr que los volúmenes siempre puedan ser completamente abatibles, y que al mismo tiempo generen la sensación de solidez propia de la escultura.

Para construir las esculturas portátiles mediante las técnicas de ingeniería del papel, es necesario utilizar papeles gruesos y de consistencia firme, como el Canson Media Tinta, Fabriano, Rododendro, etc., los cuales soportan bastante bien el proceso del continuo doblez y el peso de la estructura sin maltratarse demasiado, aunque siempre es aconsejable manipular las piezas con sumo cuidado en todas las etapas: desde la construcción hasta el manejo para exhibición. Este es probablemente el punto más débil de las esculturas portátiles: por ser el papel un material tan delicado, éstas pueden considerarse desde cierto punto de vista arte efímero cuya durabilidad está supeditada al cuidado con el que se manipulen.

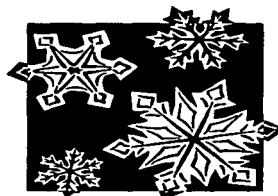
En seguida se presentan dos proyectos de esculturas portátiles:



CRISTAL DE HIELO

Los cristales de hielo o copos de nieve son figuras producidas por la solidificación del vapor de agua al estar expuesto éste a una temperatura inferior a 0° C. Estas figuras adoptan la forma de una estrella de seis puntas o un hexágono facetado.

Figura No. 31
La representación
clásica de los cristales
de nieve o copos de
hielo.



Cristal de Hielo es una escultura portátil conformada por varias piezas: algunas para sostener la estructura fija, otras que constituyen las piezas móviles y una más para adherir la escultura completa a la hoja de soporte. En ella se fusionan varias técnicas de la ingeniería del papel como el escenario para elevar la primera capa de papel, permitiendo a la vez que la escultura completa se abra totalmente; además varios abanicos superpuestos y modificados, con los que se



Figura No. 32 *Cristal de Hielo*

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



genera el movimiento ascendente de las piezas centrales. Para lograr el efecto de transparencia de los cristales de hielo, todas las piezas están trabajadas con un diseño de formas recortadas de manera regular y simétrica. Con estos recortes se obtiene una superficie semejante a una celosía que permite observar atractivos efectos de luz y sombra.



Figura No. 33 *Cristal de Hielo* abierto en su totalidad

Esta pieza tiene una particular belleza que está lograda gracias a la combinación de técnicas. Básicamente se trata de una construcción que sirve de molde a la que se le pueden aplicar distintos pliegues para hacer variantes del mismo.



Figura No. 34 Vista cenital del *Cristal de Hielo*

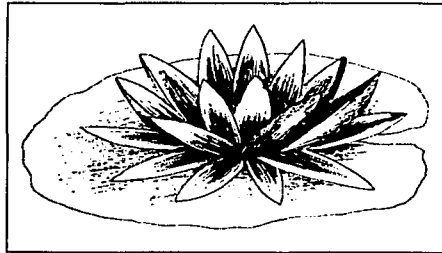
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



LIRIO ACUÁTICO

Los lirios acuáticos son plantas que crecen en estanques o lagos poco profundos y tienen la peculiaridad de que parecen flotar pues las raíces están en el fondo lodoso mientras que la flor y las hojas descansan en la superficie del agua gracias a sus largos tallos. Es una bella flor que se ha considerado como sagrada por distintas culturas debido a su singular fisonomía.

Figura No.35
El lirio
acuático
también se
conoce como
nenúfar.



Lirio Acuático es una escultura portátil cuya principal particularidad es la aplicación del doblez. Las piezas brotantes están trabajadas aprovechando las cualidades de flexibilidad del papel, el cual está doblado al estilo del origami, destacando la limpieza y simplicidad de los planos más que la construcción de las formas.



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Figura No. 36 *Lirio Acuático* semiabierto



En el diseño de la pieza se buscó reflejar la sencillez y la pureza, puesto que el lirio acuático, por sus especiales características representa la inmortalidad y a la vez la resurrección. La inmortalidad porque en las épocas de sequía, cuando los estanques y lagos bajan de nivel sus aguas, los lirios dejan de crecer hasta el punto que casi desaparecen, sin embargo entre el barro seco se conservan las raíces que permiten que vuelva a brotar en cuanto retornan las lluvias; este renacimiento se interpreta como una resurrección.

El punto más importante de la pieza es la flor que está realizada en su totalidad con una única hoja de papel doblada de modo especialmente plegado. Esta escultura portátil está conformada básicamente por tres elementos: la flor, la hoja sobre la que reposa y la de soporte. La belleza de esta pieza radica especialmente en la aplicación del mínimo de elementos y la sintetización de las formas.



Figura No. 37 Lirio Acuático abierto



Figura No. 38 Vista cenital del *Lirio Acuático*

ÁNGEL CAÍDO (ESCULTURA DE LÍNEAS)

Este proyecto tiene como fundamento el principio de la representación plástica de un cuerpo tridimensional a un medio bidimensional —el dibujo de línea— para regresarlo a la forma volumétrica valiéndose para ello de la ingeniería del papel.

Se seleccionó un dibujo al que se le efectuó una sintetización de las líneas que reflejan los puntos representativos de los valores tonales o de los ejes de fuerza de la figura.



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Posteriormente se trabajó haciendo un análisis de los diferentes formas volumétricas que constituyen la figura, ubicándolas en un espacio determinado para conformar planos y a continuación dibujar patrones de construcción a partir de ellos. A cada una de las piezas obtenidas se le realizaron cortes que sensibilizan las formas relacionándolas visualmente con trazos pictóricos.



Figura No. 39 Vista frontal del *Ángel Caído*

Por otro lado, la técnica de ingeniería del papel que se empleó es una variante de la usada en el *escenario*, es decir, capas superpuestas como telones, pero con la diferencia de que se unieron con hilo plástico para lograr el efecto de transparencia que se perdería de haber unido los planos con piezas de papel que rompieran la disposición general del diseño.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Figura No. 39 Vista cenital del *Ángel Caído*



Figura No. 39 Vista superior del *Ángel Caído*

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Para la reproducción en serie de estos trabajos es preciso realizar todo el proceso de corte y dobléz con gran atención a los detalles haciendo moldes o plantillas para cada una de las piezas. Por otro lado, resulta básico estudiar el tipo de movimiento que se espera obtener, para que a partir de allí se determine la técnica que más convenga aplicar. En este punto del proceso es sumamente útil trabajar el boceto en un papel que tenga características similares a las del papel seleccionado (como ya se mencionó se recomienda usar papeles gruesos o cartones con alto grado de flexibilidad que resistan el continuo dobléz), pero que resulte más económico, para hacer en él las modificaciones necesarias.

Con respecto al colorido del papel, es interesante explorar los efectos de pureza visual que se obtienen utilizando papeles en colores crudos o incluso blancos, o por el contrario experimentar los contrastes logrados con colores primarios. No es recomendable utilizar pinturas para colorear el papel porque con esto se añade humedad que a la postre ocasiona que éste se quiebre en las crestas de los dobleces, provocando que la pieza se desprenda o separe dañándose de manera permanente, sin embargo, es posible emplear alguna de las muchas técnicas de impresión existentes para añadir elementos que den riqueza visual a la escultura portátil.

Con este proyecto se propone abrir nuevas posibilidades en cuanto a la presentación, exposición o incluso concepción de la ingeniería del papel. La idea principal es llevar al espectador a la apreciación de estas técnicas desde un punto de vista distinto al que por lo común tendría con los artículos comerciales como un libro o una tarjeta que por tener un fin utilitario o comercial no está presentada con las suficientes características para su completa manipulación y apreciación, ya que algunas veces sólo están diseñados para permitir una vista cenital o frontal del mismo. El propósito es exponerlas montadas, en la misma posición en la que estarían esculturas, es decir, con el espacio suficiente para observarlas en todos sus ángulos.

Como se dijo anteriormente, la ingeniería del papel depende del espectador como medio para generar el movimiento necesario para



que las partes de papel se desplacen de un lugar a otro al abrir y cerrar un diseño. Este acto constituye la génesis de la creación de volúmenes y formas, puesto que al estar un modelo en su posición abatida, no existen dichas formas, no “nacen” por decirlo de alguna forma y por lo tanto tampoco la pieza en sí misma. De este modo, el espectador se vuelve también *creador* de una obra que virtualmente nace al ser abierta, inspeccionada y observada, pero que vuelve a su estado anónimo y de reposo al dejarla cerrada, en espera de otro espectador que la haga brotar de nuevo.

Por lo tanto, el objetivo es explorar las posibilidades creativas que ofrece la ingeniería del papel desde el punto de vista escultórico con las consecuentes alteraciones en la distribución y planeación de las piezas móviles. En este punto también resulta interesante plantearse la concepción de la museografía que incluya las instrucciones de manejo de las piezas en exposición. Todo lo anterior con el fin de obtener dos resultados:

- Ubicar a la ingeniería del papel como una de las muchas posibilidades que ofrece el arte cinético como un arte interactivo en el que el espectador es una parte indispensable del proceso.
- Hacer una conjunción plástica entre la ingeniería del papel y las formas puras propias de la escultura, efectuando una exploración de las posibilidades que se pueden lograr con ambas artes y la síntesis expresiva que ofrece la combinación de sus elementos.



CONCLUSIONES

La ingeniería del papel es una opción de trabajo artístico que ofrece gran riqueza en cuanto a los recursos creativos disponibles para el artista plástico, de los que se puede explotar una gran variedad de posibilidades. La exposición de técnicas que se efectuó en páginas anteriores ha sido simplemente el vehículo para presentar las herramientas con las que se cuenta al manejar el papel como medio de expresión plástica. Sin embargo, como en otras áreas del quehacer humano, no es suficiente con aprender la técnica, también es necesario conocer la teoría y en la ingeniería del papel se debe llevar a cabo un proceso conceptual en el que intervenga el análisis de la forma, la tridimensionalidad y el espacio, para que con todos estos elementos se logre una propuesta plástica.

En este sentido es de singular importancia estudiar y analizar los conceptos relacionados con la percepción de la forma contenidos en la teoría de la Gestalt, de entre estos la completitud psicológica, así como los principios de similitud, proximidad y complejidad resultan instrumentos excelentes que deben considerarse durante el proceso creativo para planear y diseñar los trabajos hechos en ingeniería del papel; de esta manera se manejan las formas y los volúmenes desde una perspectiva mucho más amplia y con una visión panorámica que permite concebir las estructuras con el conocimiento de lo que el espectador-participante va a encontrar en ellas.

Por consiguiente se han estudiado y delimitado cualidades de la ingeniería del papel del orden técnico, como son los aspectos multidimensionales que la constituyen y que intervienen en la experiencia estética. Sin embargo es necesario hacer hincapié en la importancia del proceso creativo, que a fin de cuentas es la parte medular y también la más compleja, pues conlleva tener una visión objetiva y realista de lo que se está buscando crear, por lo tanto y a modo de recapitulación, el principio básicamente es abstraer las formas y sintetizarlas buscando a la vez que exista concordancia entre el objeto y la técnica. Para llegar a este punto se debe hacer una atenta observación y análisis de las imágenes que facilite este



proceso de síntesis visual y en consecuencia también la transformación de las formas en planos abatibles.

El estudio de la ingeniería del papel se debe hacer partiendo de los siguientes conceptos: el análisis perceptual al considerar la estética y las técnicas desde el punto de vista del creador, explorando el espacio y el movimiento; el funcional, al resolver los conflictos particulares de cada una de las técnicas; el conceptual, analizando las dimensiones desde las que la ingeniería del papel se manifiesta.

OBSERVACIONES ACERCA DE LA ELABORACIÓN DE DISEÑOS EN INGENIERÍA DEL PAPEL

Si bien el principal interés de este trabajo se centra en proponer una nueva aplicación de las técnicas de la ingeniería del papel, se llegó a estas conclusiones partiendo del material más accesible que se localizó, es decir, los libros; sin embargo, la aplicación más popular de ésta se encuentra en la publicidad y promoción a través de la creación y diseño de correspondencia (tarjetas para lanzamiento de productos nuevos, invitaciones a eventos especiales, etc.) o trípticos insertados en las páginas de revistas. Algunas consideraciones acerca de éstos y los procesos que se siguen para su elaboración son:

1. En general, los trabajos realizados en ingeniería del papel están diseñados en su totalidad pensando en que el espectador experimente con los efectos de interactividad propios de las diferentes técnicas, pero con un determinado tema que sirve de hilo conductor para exponer de un modo entretenido un asunto y al mismo tiempo captar el interés del lector; de este modo son planeados como un todo, pero cuidando las pequeñas partes que lo constituyen.
2. Para armar los modelos se requiere de una serie de piezas de diversos tamaños y diseños, con cortes y dobleces especiales que deben ser cuidadosamente planeados. Por lo tanto, se necesita maquinaria adecuada que corte y doble



perfectamente cada pieza, o si se carece de ella y el suaje es muy complicado, todo debe hacerse manualmente.

3. En la fabricación comercial de los libros de ingeniería del papel, el proceso de ensamblado aumenta los costos porque se requiere del montaje a mano de piezas pequeñas o con cortes difíciles; este es un factor importante que ha determinado que estos trabajos estén lejos de ser productos comerciales rentables o con gran demanda por parte de los consumidores, limitando su producción a temáticas con más aceptación popular del tipo de textos didácticos, infantiles o cuentos.
4. La mayoría de las empresas que editan y fabrican estos libros encargan los trabajos a reconocidos diseñadores, pero para abaratar costos, imprimen en países como Hong Kong o China y envían el trabajo de ensamblado a países del tercer mundo como Colombia, donde la mano de obra es más barata.
5. Los libros que existen en español y que emplean estas técnicas, son versiones traducidas del original importado, lo que significa que en México no hay interés por este mercado, ni por expandir el campo de trabajo de los artistas plásticos, ilustradores y diseñadores interesados en la ingeniería del papel.
6. Existen en México muy pocas publicaciones que tratan el estudio de la ingeniería del papel; esto probablemente sea motivo del poco conocimiento que hay de esta técnica de manejo del papel entre los artistas visuales y diseñadores. Sólo fue posible localizar tres libros que se especializan en ella: *Esculturas de papel* de Sergio Zepeda Cabrera, *Make it with paper*. *Paper pop-ups* y *Enciclopedia de origami y artesanía del papel*, ambos de Paul Jackson; en este último se incluye una gran cantidad de fotografías de trabajos de estudiantes de arte de todo el mundo, así como trabajos reales encargados a artistas y diseñadores especializados en esta área. Esto significa que existe un amplio campo de trabajo



para los artistas visuales, que no está explotado y que aun falta por explorar.

7. No hay que olvidar un aspecto muy importante de la manipulación del papel en general y en especial del que se utiliza para estos trabajos: está considerado como un material *efímero*, es decir, su perdurabilidad está supeditada en primer lugar a su fragilidad, la cual hace que fácilmente se pueda dañar al manejarlo; en segundo lugar la inconsistencia de su superficie lo hace sumamente maleable, flexible y quebradizo con el uso continuo y el paso del tiempo; por último, es rápidamente degradable por ser un material que se fabrica con fibras naturales de madera o algodón, por lo que también sufre cambios en la coloración y grosor; sin embargo, lo que en principio puede ser considerado una desventaja, en las manos entrenadas del artista se puede convertir en una cualidad expresiva completamente aprovechable para dar origen a una obra plástica. Por lo anterior se debe considerar la posibilidad de hacer un registro más permanente de las piezas, la opción puede ser llevar a cabo una buena toma fotográfica que a la vez permita capturar los ángulos más interesantes de la obra.

A medida que esta investigación fue avanzando, pude darme cuenta de que las posibilidades creativas que ofrece la ingeniería en papel, así como también la arquitectura en origami no solamente son sumamente amplias, sino que además presentan una gran gama de vertientes creativas permitiendo desplegar cada una de ellas nuevos retos en cuanto a la modificación de dobleces o simplificación y estilización de formas.

Otro punto importante es emplear una metodología para crear los diseños antes de cortar papel, que puede comenzar por fijarse objetivos concretos en cuanto a determinar un diseño y apegarse a él o tomar la decisión de experimentar con la forma; en un segundo tiempo está la realización de apuntes, ya que esto es de gran ayuda para alcanzar los objetivos formales proyectados y en último lugar



se debe hacer un estudio de las cualidades del papel que se va a emplear.

Finalmente, considero de gran importancia incluir el estudio de la ingeniería del papel, como una materia optativa o un taller de experimentación plástica dentro de la carrera de artes visuales, ya que a través de ella se obtienen beneficios que redundarían en una mejor comprensión del espacio y la forma por parte de los alumnos de semestres iniciales. Algunas ventajas son:

- Fortalecimiento de las habilidades manuales.
- Desarrollo de la creatividad.
- Apoyo en el conocimiento y manipulación de las dimensiones espaciales.
- Soporte de propuestas escultóricas a través del análisis de la forma.

FUENTES DE CONSULTA

Acha, Juan. Expresión y apreciación artísticas. Editorial Trillas, México, 1993.

-----Introducción a la creatividad artística. Editorial Trillas, México, 1992.

Barthes, Roland. Lo obvio y lo obtuso. Imágenes, gestos y voces.
Ediciones Paidós, Barcelona, 1986.

Boekhoit, Albert. Cortar, doblar y pegar. Editorial Vilamala, Barcelona, 1973.

Chabbert, Andre. Creaciones manuales, la escultura en papel.
Editorial Parramón, Barcelona, 1980.

-----Creaciones manuales en papel y cartulina. Editorial
Parramón, Barcelona, 1980.

Clarke, Michael. Watercolor. Dorling Kindersley Limited, Londres, 1993.

Edwards, Betty. Aprender a dibujar. Hermann Blume Ediciones,
España, 2ª reimpresión 1988.

Faikiner, Gabrielle. Paper: an inspirational portfolio. Watson-Guptill
Publications, Nueva York, 1999.

Furió, Vicenç. Ideas y formas en la representación pictórica.
Editorial Anthropos, España, 1991.

Jackson, Paul. Enciclopedia de origami y artesanía del papel.
Editorial Acanto, Barcelona, 1998.

-----Make it with paper. Paper pop-ups. Quarry Books Rockport,
Massachusetts, 1997.

Kepes, Gyorgy et. al. El movimiento: su esencia y su estética.
Organización Editorial Novaro, México, 1970.

Londenberg, Kurt. Papier und form. Scherpe Verlag Krefeld, Alemania, 1972.

López Chuhurra, Osvaldo. Estética de los elementos plásticos.
Editorial Labor, España, 1975.

- López Huerta, Beatriz. La ingeniería con papel en el diseño. Memoria profesional. UNAM, ENAP, México, 1994.
- Maurer-Mathison, Diane V. Paper art: the complete guide to papercraft techniques. Watson-Guption Publications, Nueva York, 1997.
- Mayagoitia Durán, Jesús. "El arte de las distancias. El espacio en la museografía", pp.36-37.
- Mejía de Millán, Beatriz Amelia. Arquetipos del arte occidental. Editorial Gráficas Olímpica, Colombia, 1991.
- Munari, Bruno. Diseño y comunicación visual. Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 13ª edición 2000.
- Shannon, Faith. Papelmania, ideas para crear con papel. Editorial Grupo Anaya, España, 1991.
- Smith, Ray. El manual del artista. Hermann Blume, Madrid, 2ª edición española 1991.
- Swann, Alan. El color en el diseño gráfico. Gustavo Gili, Barcelona, 1993.
- Turner, Silvie. The book of fine paper. Thames and Hudson, Slovenia, 1998.
- Williams, Nancy. Paperwork: the potential of paper. Phaidon Press Limited, Londres, 1993.
- Zepeda Cabrera, Sergio. Esculturas de papel. Editorial Selector, México, 1998.
- Zettl, Herbert. Sight, sound, motion. Applied media aesthetics. Wadsworth Publishing, Belmont, California, 2ª edición 1990.
- Ziegler, Kathleen y Nick Greco. Paper sculpture: A step by step guide. Rockport Publishers, Massachusetts, 1994.
- LIBROS DISEÑADOS EN INGENIERÍA DEL PAPEL**
- Akerbergs Hansen, Biruta, Lynette Ruschak y James Roger Diaz. El león y su familia. Todolibro Ediciones, Madrid, 1992. (Impreso y ensamblado en Colombia por Carvajal)
- Corsi, Jerome R., Paul Wilgress y Michael Wells. Leonardo da Vinci. A three dimensional study. Promegranate Artbooks, Rohnert Park, CA., 1995. (Impreso y ensamblado en China)

- Cremins, Robert, James M. Dietz y Rick Morrison. Gigantes de África. Un libro tridimensional. Pangea Editores, México, 1994. (Impreso y ensamblado en Colombia por Carvajal)
- Cutter, Warren, Marianne R. Koszorus y James Roger Diaz. En el zoo. Todolibro Ediciones, Madrid, 1992. (Impreso y ensamblado en Colombia por Carvajal)
- Diaz, James R. Desdobra y descubre. Los números. Casa Autrey. División Publicaciones, México, 1999. (Hecho en China)
- Gibson, Barbara, Judy Bolt y John Strejan. Explora la selva tropical. Todolibro Ediciones, Madrid, 1992. (Impreso y ensamblado en Colombia por Carvajal)
- King, Celia. Seven great explorations. (A pop-up book). Chronicle Books, San Francisco, 1996. (Impreso y ensamblado en China)
- Seven mysterious wonders of the world. (A pop-up book)
Chronicle Books, San Francisco, 1993. (Impreso y ensamblado en Hong-Kong)
- The seven natural wonders of the world. (A pop-up book)
Chronicle Books, San Francisco, 1991. (Impreso y ensamblado en China)
- Miller, Jonathan y David Pelham. La vida antes de la vida. Un estudio en tres dimensiones. Montena/ Grijalbo Mondadori, Barcelona, 2ª edición 1995. (Impreso y ensamblado en Colombia por Carvajal)
- Serrano, Francisco, Felipe Dávalos y Ma. Eugenia Guzmán. Esplendor de la América antigua. CIDCLI, México, 1992. (Impreso y ensamblado en Colombia por Carvajal)
- Stewart, Roger, Milbry Polk y José R. Seminario. Momias de Egipto. Libro tridimensional. Publicaciones CITEM / Intervisual Books, Colombia, 1997.
- Van der Meer, Ron y Deyan Sudjic. The architecture pack. Alfred A. Knopf, Nueva York, 1997.
- Wickings, Ruth y Erin B. Gathrid. Let's look under the sea. Brown Wells & Jacobs Limited, Londres, 2000. (Impreso y ensamblado en Tailandia)