

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ARTES PLÁSTICAS

Estructura y Morfología de Sistemas Orgánicos

(Un intento para su aplicación en el Diseño Gráfico)



DIRECCION
ESCUELA NACIONAL DE
ARTES PLASTICAS
AV. CONSTITUCION No. 600
Xochimilco 23, D. F.

TESIS

que para obtener el título de
Licenciado en Diseño Gráfico

presenta:

IVONNE DE LA GARZA SERRANO

México, D.F., 1986



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CONTENIDO

INTRODUCCION

1. LA BIONICA
2. ESTRUCTURA
3. MODULO
4. FORMA
5. PROPORCION
6. SIMETRIA
7. COLOR
8. TECNICAS DE REPRESENTACION GRAFICA
9. ANALISIS DE PROBLEMAS ESPECIFICOS
10. APLICACIONES DE DISEÑO GRAFICO EN MUESTRAS ESPECIFICAS
11. APENDICE DE BOTANICA

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

INDICE

INTRODUCCION.		1
<u>CAPITULO 1.</u>	LA BIONICA	5
1.1	La Necesidad de una Ciencia de Encrucijada	6
1.2	Origen de la Biónica	7
1.2.1	Definiciones	13
1.2.2	Sistemas de Transferencia de Información	13
1.2.2.1	Percibir la Estructura del Mensaje	13
1.2.2.2	Comprender el Sentido Escondido del Mensaje	13
1.2.2.3	El Código	13
1.2.3	Sistemas y Modelos	14
1.2.3.1	Jerarquía de Sistemas	14
1.2.3.1.1	Sistema Abierto	14
1.2.3.1.2	Sistema Cerrado	14
1.2.3.1.3	Circuito de Retorno	15
1.2.3.1.4	Utilización de Modelos	16
1.2.3.1.4.1	Modelos Físicos	17
1.2.3.1.4.2	Modelos Naturales	17
1.2.4	Sistemas con Extensión de Mandos	23
1.2.5	Sistemas con Transferencia de Energía	24
1.3	La Bionica en el Futuro	25
1.4	El Análisis Biónico	35
1.4.1	La Morfología Estructural	45

1.4.2	El Análisis Esquemático- Teórico	48
1.4.2.1	Conclusiones del Análisis	50
<u>CAPITULO 2</u>	ESTRUCTURA	53
2.1	Historia	54
2.2	Definiciones	57
2.3	La Estructura desde el punto de vista del Diseño Gráfico	58
<u>CAPITULO 3</u>	MODULO	61
3.1	El Principio Modular y la Forma Biológica	63
3.2	El Módulo en el Diseño Gráfico	66
3.2.1	Repetición	66
3.2.2	Anomalía	67
3.2.3	Concentración	68
3.2.4	Submódulo y Supermódulo	71
<u>CAPITULO 4</u>	FORMA	77
4.1	Definiciones	78
4.2	La Forma en el Diseño Gráfico	81
4.2.1	El Punto	81
4.2.2	La Línea	81
4.2.3	El Plano	81
4.2.3.1	La Forma como Plano	82
4.2.3.1.1	Formas Planas Geométricas	82
4.2.3.1.1.1	Los Polígonos	82
4.2.3.1.1.1.1	El Triángulo Rectángulo	82
4.2.3.1.1.1.2	El Triángulo Isósceles	86
4.2.3.1.1.1.3	El Triángulo Equilátero	89
4.2.3.1.1.1.4	El Rombo	92
4.2.3.1.1.2	El Hexágono	94
4.2.3.1.1.3	El Cuadrado	94
4.2.3.1.1.4	El Pentágono	98

4.2.3.1.1.5	El Rectángulo	105
4.2.3.1.1.5.1	División del Rectángulo	105
4.2.3.1.1.5.2	El Rectángulo en Relación con la Proporción Aurea	105
4.2.3.1.1.6	El Círculo	108
4.2.3.1.1.7	El Octágono	108
4.2.3.1.2	La Forma Plana Natural u Orgánica	109
	FORMA GEOMETRICA	117
4.2.3.2	Particiones del Plano	118
4.2.3.2.1	Dividir la Superficie mediante una Estructura de Puntos	118
4.2.3.2.2	Dividir una Superficie mediante Polígonos	118
4.2.3.2.2.1	Relación Simetría y Partición del Plano	125
4.2.3.2.2.1.1	Simetría de Rotación	125
4.2.3.2.2.1.2	Simetría de Reflexión	125
4.2.3.2.2.2	Patrones Abiertos con Polígonos Regulares	126
4.2.3.2.2.3	Patrones Concéntricos con Pentagonos Regulares	126
4.2.3.2.2.4	Redes Binarias Duales	127
4.2.3.2.2.5	Trayectorias Cerradas	134
4.2.3.2.3	El Sistema de Redes en la Naturaleza	138
4.2.3.2.3.1	El Principio de Mínima Acción	139
4.2.3.2.3.2	Las Formas de los Tejidos (desde el punto de vista de la Física)	140
4.2.3.2.3.2.1	La Tensión Superficial en los Tejidos	140
4.2.3.2.3.2.2	Características Generales de las Capas Celulares de una Planta	142
4.2.3.2.4	Crecimiento Diferencial	144
4.2.3.2.4.1	Efectos en los Bordos	144

4.2.3.2.4.2	El Uso de Coordenadas Matemáticas en el Estudio de los bordes en Organismos Biológicos	147
4.2.3.2.5	Catálogos de Formas Naturales	151
4.2.3.6	Estructuras Naturales y el Espacio	161
4.2.3.6.1	Los Cinco Poliedros Regulares	162
4.2.4	La Forma y el Espacio	172
4.2.5	Forma y Color	173
4.3	La Forma desde el punto de vista de la Física en Organismos vivos	174
4.3.1	Fuerzas Extrínsecas	174
4.3.2	Fuerzas Intrínsecas	174
4.3.3	Forma y Resistencia	175
4.4	Forma y Material	176
4.5	Forma y Naturaleza	177
4.6	Forma y Función	186
4.6.1	El Diseño Gráfico la Forma y la Función	186
CAPITULO 5	PROPORCION	192
5.1	Historia	193
5.2	La Serie de Fibonacci	193
5.2.1	El Número de Oro	194
5.3	La Proporción Aurea	194
5.3.1	Proporción Absoluta	195
5.3.2	Proporción Relativa	195
5.3.3	La Proporción en los Organismos Biológicos	196
5.3.3.2	Serie Fraccionaria de Zeysing	200
5.4	La Espiral	205
5.4.1	La Espiral Plana	205
5.4.2	La Espiral de Arquímedes	205
5.4.3	La Espiral Equiangular o Logarítmica	205

5.4.3.1	El Gnomon	207
5.4.4	Espirales en la Naturaleza	210
5.4.4.1	Espirales Logarítmicas y las Inflorescencias	210
5.4.4.2	El Arreglo en Espiral de las Hojas	215
5.5	La Hélice	215
5.5.1	La Hélice Cilíndrica	215
5.5.2	La Hélice Cónica	216
5.5.3	La Hélice Espiral	216
5.5.4	El Movimiento Helicoidal	217
5.6	Unidad y Medida	222
5.6.1	Magnitud y Medida	222
5.6.2	La Escala	222
5.6.3	La Magnitud y la Forma Biológica	223
<u>CAPITULO 6</u>	<u>SIMETRIA</u>	229
6.1	Definiciones	230
6.2	El Sistema de Cuerpos Simétricos	230
6.2.1	Grupos Principales	230
6.2.1.1	Simetría Isométrica	230
6.2.1.2	Simetría Homeométrica	230
6.2.1.3	Simetría Katamétrica	230
6.2.2	Las Operaciones de Superposición y su Composición	230
6.2.3	Clases de Simetría	232
6.2.3.1	Cuerpos Isométricos Finitos	232
6.2.3.2	Cuerpos Isométricos Infinitos	232
6.2.3.3	Cuerpos Homeométricos	233
6.2.3.4	Cuerpos Extendidos Esféricos	233
6.2.3.5	Cuerpos de Simetría Inferior	233
6.3	La Simetría en las Plantas Multicelulares	235
6.4	Simetría Bilateral	238
6.4.1	Simetría Bilateral en la Naturaleza	240

6.5	Simetría y Armonía	242
6.6	Ritmo	250
6.6.1	Ritmos y Formas Naturales	250
6.6.2	El Ritmo desde el punto de vista del Diseño Gráfico	250
6.6.2.1	Movimiento Real	250
6.6.2.2	Movimiento Aparente	250
6.6.2.3	El Ritmo como una Organización de Fuerzas Direccionales	251
6.6.2.3.1	Repetición de un Elemento Visual	251
6.6.2.3.2	Ritmo como Secuencia de Cambio	252
6.6.2.4	Ritmos Estáticos y Dinámicos	252

CAPITULO 7

	COLOR	261
7.1	El Color, la Luz y el Ojo	262
7.2	Examen del Color desde diferentes Aspectos	263
7.3	Luz y Materiales de Color	263
7.3.1	Los Cuerpos de Color bajo la Luz	263
7.3.2	El Color Material es Relativo	264
7.3.3	Causa y Origen del Color	264
7.4	Clasificación del Color	265
7.4.1	Matiz	265
7.4.2	Valor	266
7.4.3	Intensidad	266
7.4.4	Descripción del Color mediante otros Aspectos	267
7.4.4.1	Cualidad	267
7.4.4.2	Cantidad	267
7.4.4.3	Tono	267
7.4.5	La Mezcla Optica de los Colores	269
7.4.5.1	Cuerpos Blancos	269
7.4.5.2	Cuerpos Negros	269
7.4.5.3	Cuerpos Grises	269

7.4.6	Colores Primarios	270
7.4.7	Colores Secundarios	270
7.4.7.1	Colores Terciarios	270
7.4.8	Colores Complementarios	271
7.4.8.1	Imagen Retardada	271
7.4.8.2	Los Agentes de Color y sus Efectos	271
7.4.9	Los Siete Contrastes de Color	272
7.4.9.1	Contraste de Matiz	272
7.4.9.2	Contraste Claro- Oscuro	272
7.4.9.3	Contraste Cálido- Frío	273
7.4.9.4	Contraste Complementario	274
7.4.9.5	Contraste Simultaneo	274
7.4.9.6	Contraste de Saturación	276
7.4.9.7	Contraste de Extensión	276
7.5	La Armonía del Color	279
7.6	El Color Biológico	285
7.6.1	Coloración de las Plantas	285
7.6.2	El Reconocimiento de los Objetos en Relación con la Sensación de Color	286
7.6.3	La Función del Color en los Organismos Vivos	286
7.6.4	El Color y los Ojos de los Insectos	287
7.7	El Color y el Empaque	292
7.7.1	La Percepción del Color y sus Asociaciones	292
7.7.1.1	La Esfera del Subconciente Colectivo	292
7.7.1.2	La Esfera del Subconciente Individual	292
7.7.1.3	Las Sensaciones Sinaestésicas	292
7.7.2	El Carácter Psicológico de los Colores	292
7.7.3	Preferencia por los Colores	294
7.7.4	El Color en el Servicio del Empaquetamiento	295

7.7.4.1	La Función del Empaque	295
7.7.4.2	La Parte que juega el Color en las Ventas del Producto	296
7.7.4.3	El Color un Eficiente y Versatil Vendedor	297
7.7.4.3.1	Atracción Visual hacia el Color	298
7.7.4.3.2	La Visibilidad de un Empaque en el momento de comprarlo	299
7.7.4.3.3	El Valor de la Memoria de un Empaque	299
7.7.4.3.4	Legibilidad de Textos	300
7.7.4.3.5	Creación de Ilusiones Opticas	301
7.7.4.3.6	Color e Identificación del Contenido	304
7.7.4.3.6.1	Sabor	304
7.7.4.3.6.2	Olor	304
7.7.4.3.6.3	Peso	304
7.7.4.3.6.4	Temperatura	305
7.7.4.3.6.5	Relación Color y Contenido	305
7.7.4.3.7	Evocar Asociaciones Positivas	305
7.7.4.3.8	Apelar a las Emociones	305
7.7.4.3.9	Concordancia con el Uso, Presentación Agradable	306
7.7.4.3.10	Denotar Productos Individuales	307
<u>CAPITULO 8</u>	<u>TECNICAS DE REPRESENTACION GRAFICA</u>	<u>315</u>
8.1	Repetición	316
8.2	Alternancia	316
8.3	Superimposición	323
8.4	Inversión	323
8.5	Similitud	323
8.6	Gradación	335
8.7	Radiación	342
8.8	Composición Decorativa	350

8.8.1	Definiciones	350
8.8.2	Composición en la Naturaleza	358
8.9	Textura	370
<u>CAPITULO 9</u>	<u>ANALISIS DE PROBLEMAS ESPECIFICOS</u>	<u>380</u>
9.1	Timbre Postal	381
9.1.1	Cartel para el Congreso Forestal Mundial	386
9.1.1.1	Realización del Cartel	386
9.1.2	Folleto	390
9.2	Rompecabezas	396
9.3	Centro de una Margarita	402
9.4	Frutos	405
9.4.1	El Limón	405
9.4.2	La Piña	407
9.4.3	La Fresa	410
9.4.4	El Embalaje de los Frutos	413
9.5	La Hoja	415
<u>CAPITULO 10</u>	<u>APLICACIONES DE DISEÑO EN MUESTRAS ESPECIFICAS</u>	<u>418</u>
10.1	Logotipos Fitomorfos	419
10.2	Logotipos Zoomorfos	419
10.3	Logotipos Geométricos	419
10.4	Catalogos de Imagenes Gráficas	420
10.5	Imagenes Gráficas dentro de la Composición Decorativa	427
<u>CAPITULO 11</u>	<u>APENDICE DE BOTANICA</u>	<u>439</u>
11.1	Clasificación de los Vegetales, Niveles Taxonómicos y Nomenclatura Binaria	440
11.2	Fanerogamas	443
11.2.1	Angiospermas	443

11.2.1.2	Las Angiospermas: Monocotiledóneas y Dicotiledóneas	444
11.2.1.2.1	Dicotiledóneas	445
11.2.1.2.2	Monocotiledóneas	445
11.2.1.2.1.2	Raíz	451
11.2.1.2.1.3	Tallo	455
11.2.1.2.1.4	Hoja	470
11.2.1.2.1.5	Flor	490
11.2.1.2.1.6	Polen	503
11.2.1.2.1.7	Fruto	514
CONCLUSIONES		523
BIBLIOGRAFIA		525

INTRODUCCION

La presente investigación pretende, reunir los estudios hasta ahora alcanzados en las áreas que dan lugar a la forma, sus referencias estructurales, dimensionales, proporcionales y conceptuales en relación con su función.

De la información adquirida a través de esta tesis se persigue rescatar, analizar evaluar y sintetizar aquellos aspectos que tengan relación con la asignatura denominada Genesa (palabra que proviene de las raíces griegas Genus: nacimiento que se deriva de Genesis; y de gennao: engendrar- sis: acción de formar; de donde podemos deducir que la palabra genesa se refiere o pertenece o es relativo al origen, --- principio, o generación de un forma).

Así como también la investigación de la generación de la forma, a partir del estudio morfológico de sistemas orgánicos e inorgánicos, geométricos y gráficos, para obtener una estructura sólida de conocimientos que fundamente la existencia de la mencionada asignatura de Genesa en la Licenciatura de Diseño Gráfico dentro del plan de estudios de la misma aprobada por el Consejo Universitario en su sesión del 1º de enero de 1977.

La importancia de esta investigación radica en la búsqueda de nuevos recursos para el diseño gráfico, la explotación de campos diferentes del conocimiento, el estudio del conjunto de hechos que concurren en la generación de una forma y sus funciones dentro de la comunicación. Hasta el año en que se elaboró esta tesis no había una investigación en la cual el alumno de Diseño Gráfico tuviera todos estos datos reunidos en sólo un texto que le facilitaran el estudio de los conceptos necesarios para lograr resultados óptimos de composición gráfica, y disponer de mayor tiempo para la realización práctica del manejo de la forma y la verificación-evaluación de los alcances semióticos y de comunicación.

Por lo que esta tesis logra su justificación al pretender formular el camino para investigaciones ulteriores que tengan como base la presente investigación realizada.

La recopilación, investigación, traducción bibliográfica, la síntesis y algunas aplicaciones gráficas, son producto de un gran esfuerzo por incorporar la teoría aprendida, que nos dictan los conocimientos ad--

quiridos a través de la investigación, para llevarla a la práctica -- dentro del campo del Diseño Gráfico.

Debido a la imposibilidad de efectuar experimentos profundos como sería el caso de comprobar el funcionamiento del temario que propone esta tesis para la asignatura de Genesa a nivel profesor- alumno, y en otro caso encontrar un problema real de diseño gráfico y lograr por procedimientos que persigue la tesis una aplicación directa de comunicación gráfica, se puede decir que el valor del presente estudio reside básicamente en todos los conocimientos recopilados, en las aplicaciones gráficas que se encuentran a través de las páginas de esta tesis y que encierran una riqueza plástica que de alguna manera inquietarán a otros a investigar más a fondo problemas concretos de diseño gráfico para dar soluciones sólidas que encierren un cúmulo de conocimientos que solidifiquen de alguna manera a las aplicaciones prácticas que surgan.

El capítulo introductorio que lleva el título de Bionica es un intento por lograr la relación y aplicación de los sistemas, métodos y modelos de esta ciencia que nos internan en un nivel de explicación formal y de significado; para crear una analogía al campo del diseño gráfico a partir de la observación, explicación de las formas naturales y el empleo de los conocimientos que se desprenden de la bionica y -- los elementos, técnicas y sistemas de representación gráfica que estudian y fundamentan a la Genesa para la preparación profesional del Diseñador Gráfico en esta disciplina.

Los capítulos subsiguientes tratan de los elementos que deben de tomarse en cuenta para elaborar una imagen gráfica como son la proporción, modulación, estructura, simetría, color, forma, etc., que de alguna manera pueden ser procesos muy significativos en lograr la optimización de la forma. Pero que de ninguna manera son una ley que se deba llevar o seguir estrictamente.

La tesis cuenta también con una serie de materiales que se han recopilado, de diversas fuentes bibliográficas y del medio publicitario, y que están dispuestos como si fueran pequeños catálogos, algunos de estos materiales han sido tomados como ejemplos para el estudio de la forma descubriendo así las muchas posibilidades de solución formal --

que encierran, como su modulación, reticulación, sus soportes estructurales, etc., que de alguna manera son herramientas útiles y recomendables para la resolución de problemas de diseño gráfico en general, con el fin de lograr la optimización formal.

Además la tesis cuenta también con una serie de casos gráficos que -- realice para comprobar el tipo de análisis de la forma, que se propone en ésta investigación. Si bien la Licenciatura de Diseño Gráfico -- juega un papel importante en la sociedad en donde tiene como finalidad comunicar e informar a través de el lenguaje visual que se logre -- por medio de las imagenes, por lo tanto es deber de todo diseñador -- gráfico alimentar su creatividad con fundamentos teóricos, una opción para ello se propone con esta investigación.

Ya que el mundo moderno ha sido saturado con imagenes usadas en exceso y por tanto, nuestro sentido visual tiene como reflejo inconciente el de la discriminación, es decir, que nuestros ojos sólo perciben -- aquellas imagenes u objetos que puedan llamar su atención. Por eso no -- sotros diseñadores gráficos que nos dedicamos a la creación de nuevas imagenes debemos percatarnos de que la composición de cualquier diseño será el resultado de la lógica del hombre en la adaptación de sus creaciones a su medio ambiente y su manera de vida. Y que un verdadero diseño deberá ser un logro completo en sí mismo, que debiera ser -- una solución permanente, que no se pudiera duplicar ni en tiempo, ni en espacio.

Afortunada o desafortunadamente, el diseño gráfico envuelve toda la -- creatividad del hombre quien lo aprecia, de acuerdo a ciertos valores dependiendo de estandards, relativos al estilo, gusto y eficiencia. -- Por lo tanto, el diseño requiere de una constante remodelación de --- nuestras ideas conforme se deba adaptar a su nuevo lenguaje visual, -- a posibilidades inovadoreas, y de acuerdo a características cambiantes de tipo social. Por ello, un diseño cumple un cierto tiempo con -- su función pero al igual que los seres vivos debe evolucionar y tiene que cambiar conforme al paso histórico.

Pero lo que se debe tener en cuenta, es que cuando el Diseño Gráfico -- fundamenta trabajos creativos en el estudio de la forma natural, arti -- ficial este camino lo puede llevar al mejoramiento de su producto ---

en cuanto a sus aspectos intrínsecos, y de comunicación visual; tal y como lo hace la Biónica y así percibir que cada una de las diferentes unidades constitutivas de una forma conllevan en sí mismas un propósito o función para las cuales han sido creadas y lo mismo deberá suceder con los diseños que nosotros emprendamos, dependiendo del tipo y condiciones de los mismos.

La presente tesis es una opción más, un camino más a seguir para la creación de tales diseños.

CAPITULO

1**LA BIONICA**OBJETIVOS

El estudio de cualquier elemento natural y sus características esenciales de forma, tiene como finalidad capacitar al diseñador en el manejo de analogías y sistemas de modelos, el conocimiento de la morfología estructural, como -- una fuente inagotable de investigación para la inspiración de su creatividad.

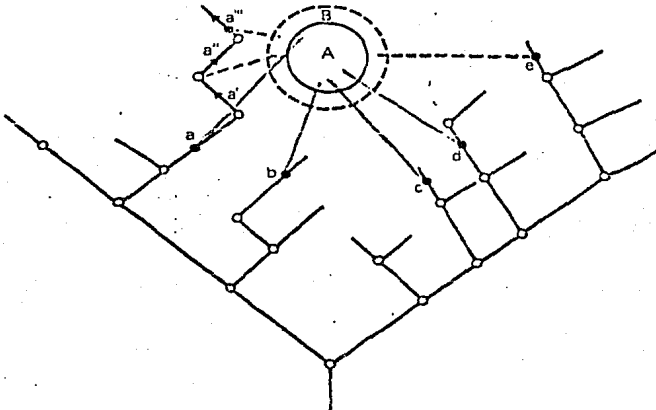
Proceso que lo acercará a la óptima solución - de un mensaje de acuerdo al esquema: forma- función.

1.1 LA NECESIDAD DE UNA CIENCIA DE ENCRUCIJADA.

Nuestra época se ha convertido en la era de los especialistas, sin embargo, es una realidad que el especialista conoce perfectamente todo lo que se refiere a su campo, pero los conocimientos demasiado especializados son de poca utilidad para la humanidad si se toman aislada mente; por lo tanto es necesario encontrar el medio de difundirlos para integrarlos en el patrimonio intelectual común, que es una condición indispensable para que produzcan frutos útiles a todos. En el croquis número 1 se muestra un análisis esquemático de las ciencias de encrucijada y las ciencias especializadas.

Croquis 1

Ciencias especializadas y de encrucijada.
a, n, e, d, e, ciencias especializadas;
A, ciencia de encrucijada;
a, a', a'', a''', especialidades limitadas de una ciencia;
B, propagación de una ciencia de encrucijada.



Las ciencias especializadas son analíticas, son sumas de conocimientos; las ciencias de encrucijada, por su parte, son sintéticas, son movimientos de ideas.

En tanto que el campo de investigación de una ciencia especializada - se reduce cada vez más a medida que aumenta la especialización, el de la ciencia de encrucijada se extiende a medida que la confrontación - aumenta.

Para los científicos del siglo XIX, tal concepto no tenía sentido. En particular, el campo de las ciencias físicas, matemáticas y químicas - no tenía nada en común con el campo de las ciencias naturales. Pero a partir del conocimiento de que los seres vivos son extraordinarias má - quinas de complicados mecanismos de precisión absoluta, surge la con - frontación de ambos campos y así una nueva ciencia llamada Biónica.¹

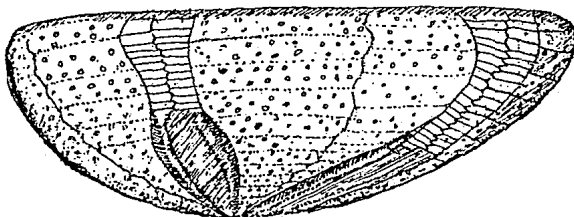
1.2 ORIGEN DE LA BIONICA

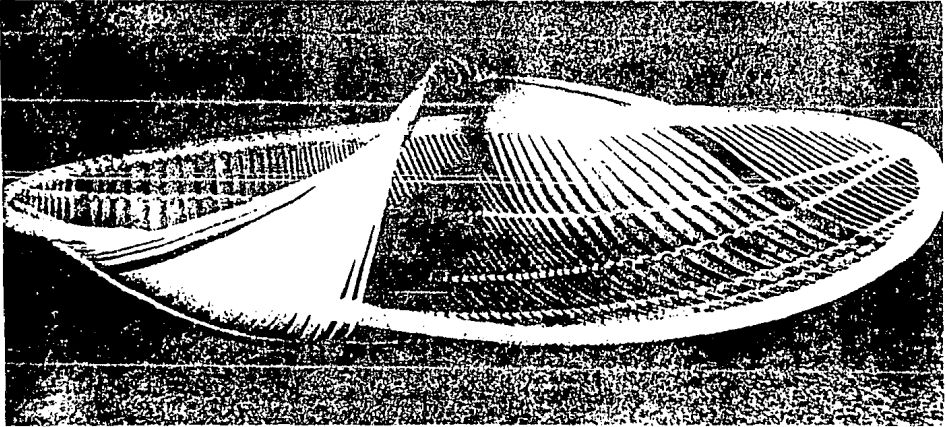
La analogía de la palabra Biónica con la de Biología sugiere la idea - de ser vivo. El nombre de Biónica fue dada por el mayor Jack E. Steele, de la División Médica Aeroespacial de la Aviación de los Estados - Unidos de Norteamérica, y fue instituida oficialmente en 1960.

La definición de Biónica fue dada por J. E. Steele, y dice así: -----
"Es la ciencia de los sistemas que tienen un funcionamiento copiado - del de los sistemas naturales, o que presentan las características es - pecíficas de los sistemas naturales o análogos a éstos".²

La Biónica es una ciencia dinámica, desde sus comienzos se ha preocu - pado por la aplicación práctica del estudio de las máquinas basadas - en modelos naturales.

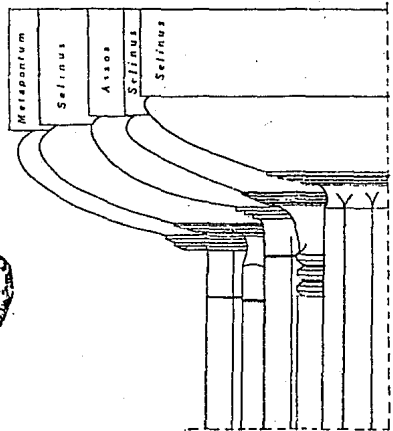
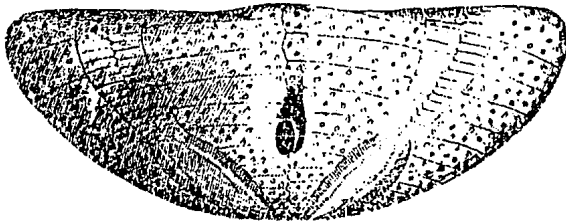
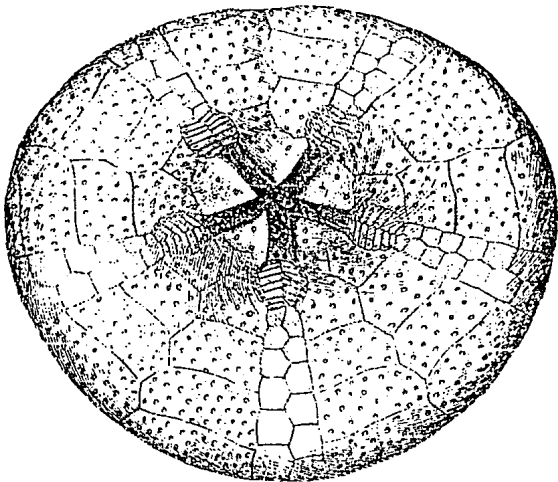
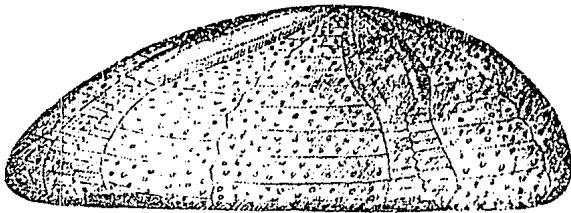
La Biónica también aplica el conocimiento de los seres vivos a la so - lución de problemas técnicos, un ejemplo de ello se muestra en la fi - gura 1 y que pertenece al arte decorativo, objeto que fue inspirado - en la curvatura de un equinodermo, resultando así ésta bella canasta - de bambú creada por Shounasi. (figura 2)



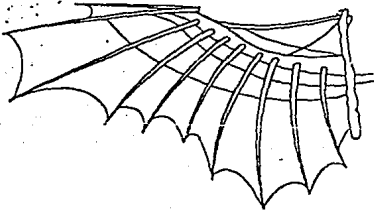


La Biónica ha sido estudiada y desarrollada, sin saberlo por muchos - sabios y técnicos a través de la historia. Los antiguos griegos, nos brindan ejemplos en donde la forma viviente fue inspiradora de la planificación y desarrollo de sus diseños arquitectónicos, los cuales es tuvieron basados en la observación de la naturaleza.

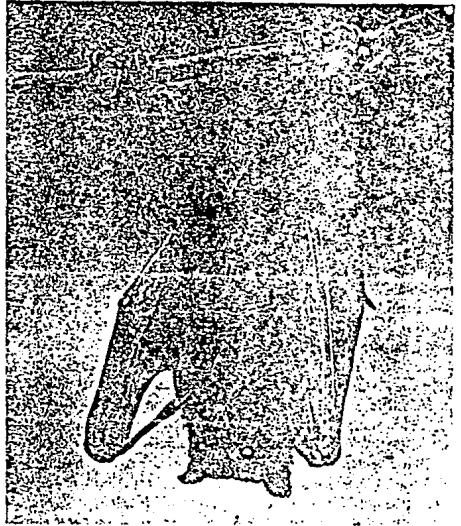
La figura 3 (a, b y c) nos muestra la forma y posiciones de un equinodermo el cual está adaptado para ofrecer la menor resistencia a la acción erosiva del movimiento del agua en el fondo arenoso del mar; - esta concha fue la inspiradora para la construcción de las columnas y capiteles arcaico-griegas (figura 4) que sugieren de manera similar - la forma del equinodermo, y que siguen el mismo principio de resistencia a la erosión en este caso causada por los fuertes vientos y torvas del lugar en donde fueron construídas.



El tratar de volar ha sido una de las primeras incursiones realizadas por el hombre en el campo de la biónica. El ejemplo más conocido es el del genio Leonardo Da Vinci, quien diseñó los planos de una máquina voladora que imita al murciélago. En éste modelo, la piel membranosita que recubre y refuerza el esqueleto de las alas del animal es un principio esencial, ya que dicha piel no es permeable al aire; este fue, sin duda, un elemento vital para la máquina voladora de Leonardo el croquis 2 muestra el dibujo de este notable invento, además una fotografía de un murciélago.



Dibujo de una máquina voladora por Leonardo de Vinci y fotografía de un murciélago frugívoro.

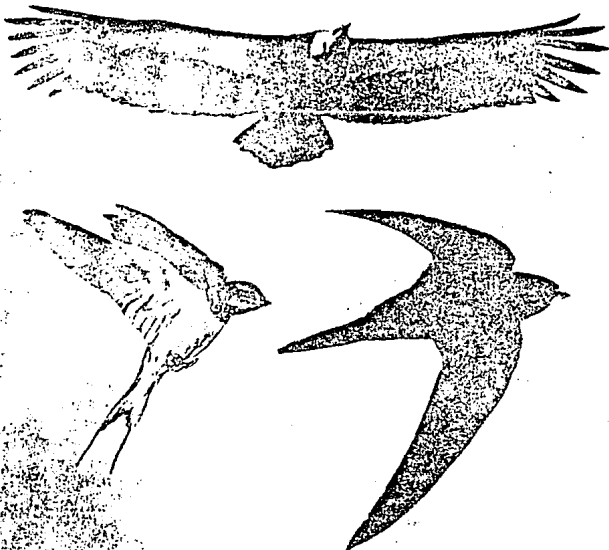


Cabe mencionar que no se sabe si ésta máquina se llevo a cabo en la práctica, pero es casi seguro de que no fue así, ya que le faltaba el elemento esencial: un motor ligero y potente que hiciera funcionar las alas de este gran invento.

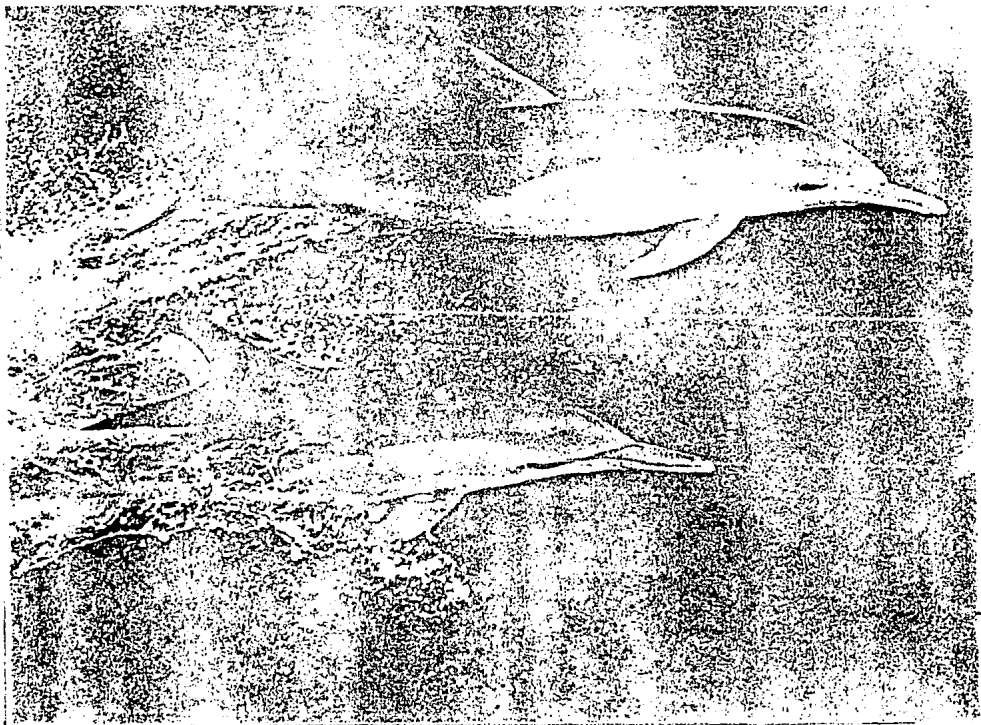
Cuatrocientos años más tarde, el mismo murciélago fue el inspirador de la primera máquina que voló: 'El Eolo' de Clemente Ader.³ Desde entonces, el hombre se ha preocupado por perfeccionar los aviones -- aplicando para ello las mismas leyes de aerodinámica que se aplican en el metabolismo de los pájaros.



Durante centenares de años se ha estudiado el vuelo de los pájaros para perfeccionar las máquinas de volar construidas por el hombre. Las leyes de la aerodinámica se aplican tanto a los pájaros como a los aviones, pero las distintas posiciones que adoptan los pájaros (a la izquierda) no pueden ser imitadas exactamente al proyectar los aviones. Un ala ancha permite un vuelo lento sin brusquedades (la fuerza de elevación es proporcional al área por el cuadrado de la velocidad) como ocurre en el buitre (parte superior). Los extremos hendidos de las alas reducen también la turbulencia en los bordes, en algunos tipos de aviones se disponen también unas ranuras en sus alas. Puesto que el empuje es proporcional a la superficie por el cuadrado de la velocidad, los pájaros que vuelan muy rápidos como el vencejo (abajo a la derecha) y la golondrina (abajo a la izquierda) tienen unas alas pequeñas. Sin embargo, la abertura de sus alas es grande en lo que les es posible planear con una velocidad de descenso reducida. Las alas anchas presentan también una ventaja, ya que los remolinos se inician en sus extremos.



La inspiración directa, la casi copia, es siempre valiosa y he aquí un ejemplo en la figura 6 que muestra al delfín, animal que se desplaza en el agua a gran velocidad, aparentemente, sin hacer esfuerzos -- musculares exagerados. Investigaciones realizadas sobre estos mamíferos han demostrado el hecho de que es su forma lo que permite el desplazamiento del agua alrededor de su cuerpo en movimiento permanentemente regular, y deslizándose paralelamente a él. Esta característica es el principio que se aplica en la construcción de los cascos de los torpedos.⁴



1.2.1 DEFINICIONES

Gui Bonsiepe nos brinda una definición más amplia de Biónica, y dice que es:

"El estudio de los sistemas vivientes o asimilables a los vivientes, tendiente a descubrir nuevos principios, técnicas y procedimientos - que sean de aplicación a la tecnología".⁵

La Biónica analiza cuantitativamente los sistemas biológicos, sus -- principios, sus características funcionales, para fundamentar la inspiración creativa en vías de desarrollo hacia la proyección de sistemas técnicos que tengan caracteres análogos.

Los sistemas técnicos se han dividido en cuatro grupos:

- Los sistemas con transposición de materia.
- Los sistemas con transferencia de información.
- Los sistemas con extensión de mandos.
- Los sistemas con transferencia de energía.⁶

A continuación se da la explicación de los sistemas que interezan a - la tesis:

1.2.2 Sistemas de Transferencia de información.

La información es transmitida por medio de mensajes escritos, habla-- dos o visuales.

La comprensión de la información recubre dos acciones sucesivas:

1.2.2.1 Percibir la estructura del mensaje recibido.

1.2.2.2 Comprender el sentido escondido detrás de la estructura.

Una vez percibida la estructura, se la compara en nuestra memoria con esquemas preestablecidos en el; posteriormente se seleccionana algu-- nos de estos esquemas, reuniendolos en una síntesis intelectual de la que se deduce a contunuación el sentido del mensaje, o sea la informa ción que transporta.

1.2.2.3 El Código.

Para comprender el sentido real escondido detrás de la aparente falta de sentido de las palabras es necesario conocer el código.

Su comprensión constituye sucesivamente las siguientes operaciones:

1.2.2.3.1 Recepción del mensaje.

1.2.2.3.2 Percepción de su estructura.

1.2.2.3.3 Comparación de los elementos de la estructura con esquemas preestablecidos (el código o clave).

1.2.2.3.4 La síntesis final, de la que se desprende el sentido de la estructura en el lenguaje común.

Una teoría completa de la información debe estudiar todos los aspectos: estructura del mensaje y codificación, transmisión, descifrado y por último, comprensión de su sentido.⁷

El grado de complejidad de la estructura de un mensaje, se puede definir por la cantidad de información que contiene. Teniendo en cuenta que a un pequeño aumento de la cantidad de información puede corresponder un gran aumento en la complejidad de la situación correspondiente.

Toda información es transmitida por medio de un soporte: el lenguaje; este soporte se puede transcodificar pasando de un lenguaje a otro.

Esto representa el aspecto exterior del mensaje: estructura, código, transmisión.

Otro aspecto es el sentido del mensaje, o la importancia subjetivo de la información que contiene.⁸

1.2.3 Sistemas y Modelos.

Un sistema es una combinación de elementos con un objetivo de acción. Existen dos tipos de sistemas: artificiales y naturales.

1.2.3.1 Jerarquía de sistemas.

Para investigar un sistema es necesario dividirlo en subsistemas de tal forma que se llegue a elementos lo suficientemente sencillos que se puedan estudiar cada uno por separado.

1.2.3.1.1 Sistema Abierto

Todo sistema o subsistema tiene siempre una salida, y toda salida supone implícitamente una entrada que recibe información del exterior. La información recibida por el sistema circula a través de los componentes, éstos la analizan, la modifican o la amplían dando lugar a la forma en que tiene lugar la reacción en la salida.⁹

1.2.3.1.2 Sistema cerrado

Aquellos sistemas en donde no influye el medio ambiente y en donde se encuentran los 'circuitos de retorno', funcionan de manera que permi-

ten asegurar una especie de equilibrio estático o dinámico; prácticamente, todos los sistemas vivientes son sistemas cerrados.

1.2.3.1.3 Circuito de retorno

En un sistema cerrado la retroalimentación es la información de la salida que se revierte en la entrada.

1.2.3.1.4 Utilización de Modelos

Para comprender el funcionamiento de un sistema sumando las innumerables acciones individuales, es necesario como hemos visto antes utilizar la jerarquía de sistemas.

Los sistemas biológicos o naturales, son siempre muy complejos, ya que no contienen elementos lineales sino circuitos de reacción dispuestos en orden jerárquico. Su comportamiento es en general, de tipo adaptable en el sentido de que tienen en cuenta la experiencia adquirida.¹⁰

Al realizar máquinas inspiradas en sistemas naturales, es necesario el estudio riguroso de éstos, para determinar su salida y prever cual será el comportamiento del mismo frente a nuevas entradas o excitaciones.

El análisis de un sistema complejo y la descomposición de éste en elementos sencillos, seguido de una reconstrucción del comportamiento complejo, pero esto no siempre es realizable en la práctica; una herramienta útil en éste análisis es el empleo de modelos, y el método de imitación.

El empleo de modelos tiene como base lo siguiente:

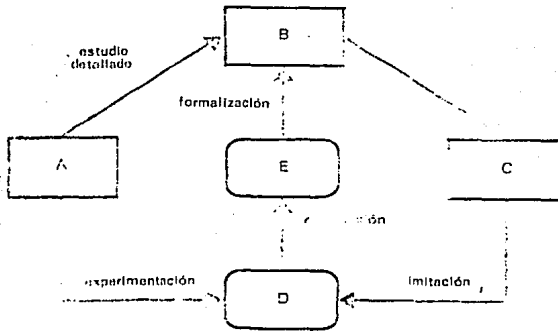
Un sistema es 'una combinación de elementos reunidos para algún propósito'; dichos elementos son realidades concretas, su interconexión es también concreta, pero se les puede representar por medio de esquemas y dibujos.

El funcionamiento en el tiempo de un sistema real se hace según escalas de características y descripciones precisas. Por lo tanto, la comprensión del funcionamiento del sistema es más fácil mediante la ayuda de un esquema general de bloques-diagramas, y que representa, en suma, un sistema teórico deducido de un sistema real.¹¹

En el siguiente esquema se ha pasado del sistema real A al sistema teórico B, de donde se ha hecho una abstracción, simplificación que

se completa con hipótesis preestablecidas cuya exactitud será necesario comprobar. En ésta fase se busca reemplazar el esquema funcional de bloques-diagramas por un conjunto de relaciones codificables. La formalización o fase final que es el modelo C. (esquema 1)

Esquema de un sistema de imitación o modelaje utilizando, por ejemplo, correlaciones en miniatura del sistema real o un computador.
 A. sistema real; B. concepto hipotético del sistema;
 C. modelo; D. comparación del sistema real con el modelo;
 E. ajuste de las hipótesis anteriores, a la vista de los resultados experimentales.



'Todo sistema se caracteriza por su comportamiento, por su reacción en relación con el medio que le rodea'. La teoría de los modelos establece que dos organizaciones (el sistema teórico y el modelo) son equivalentes si ofrecen el mismo comportamiento frente a excitaciones equivalentes.¹²

En un sistema natural, el comportamiento resulta ser de orden estadístico, ya que no es constante. La equivalencia entre el comportamiento del sistema real y el del modelo debe considerarse desde este punto de vista; tomando siempre como verdadero, el valor medio para lograr la igualdad.

Una vez definido y realizado un modelo, se le hace funcionar a voluntad, sometiénolo a estímulos adecuados, mediante la simulación en donde el funcionamiento experimental supone el funcionamiento real -

del sistema estudiado.

Las diferencias comprobadas entre los resultados de la imitación y los de la experimentación permiten mejorar la construcción del modelo y determinar mejor el mensaje del sistema vivo real.

En el campo de la Biónica el modelo es el nexo que une a investigadores de áreas diversas, y permite la intercomprensión entre ellos a pesar de el uso de tecnicismos diferentes.

Al hacer funcionar un modelo, se orientan las investigaciones para mejorar la analogía entre el comportamiento simulado y el real.¹³

Dos errores hay que evitar en la construcción de modelos:

El primero, corresponde a una simulación demasiado precisa de un órgano determinado con una importancia excesiva al detalle; el segundo sería el caso de una simplificación extrema del sistema real.

El método de modelos es muy general, se emplea en numerosos campos de la ciencia o de la técnica.

Los modelos pueden ser calificados como sigue:

1.2.3.1.4.1 Modelos físicos. Obedecen las mismas leyes que el sistema simulado con excepción de la escala.

Por ejemplo la piel elástica artificial que se coloca sobre los torpedos para reducir sus resistencia al avance, en el agua, es una realización biónica y un modelo físico de la piel del delfín.

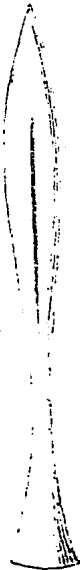
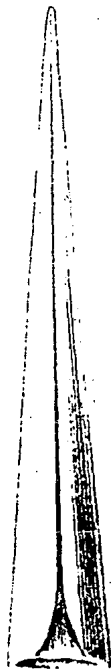
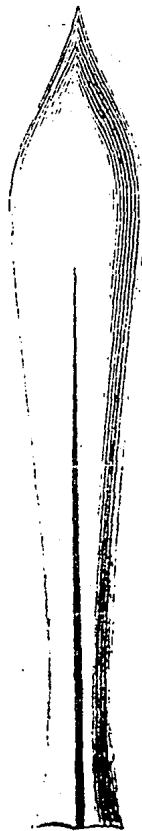
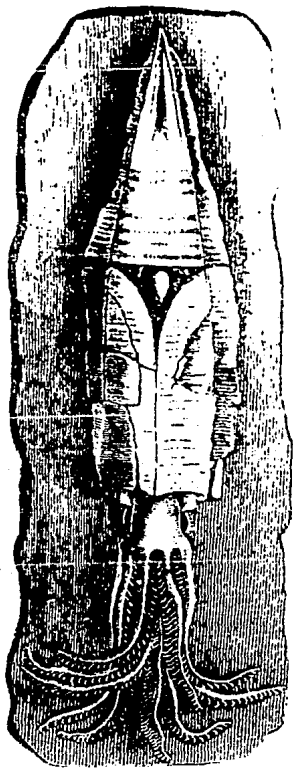
1.2.3.1.4.2 Modelos naturales. Cuando un organismo funciona según los mismos mecanismos de un objeto totalmente diferente, y que todo lo que es funcional sobre este último será va ledero para el otro.¹⁴

Por ejemplo la función compleja de las fibras de un calamar que mandan la contracción a sus músculos de tal forma que este avanza por reacción; es el mismo principio funcional que emplea un cohete espacial (figura 7)

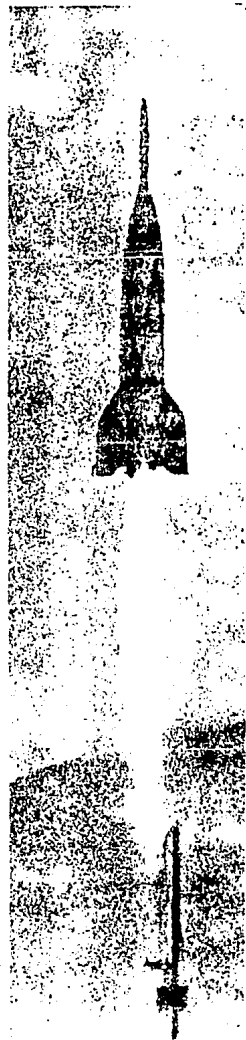
El modelo natural comprende desde el estudio particular de órganos determinados, hasta generalizarse al estudio de funciones.

Mientras que entre sistemas vivos y máquinas, el modelo físico es específicamente biónico, el modelo natural no constituye una realiza--

Acanthoteuthis antiquus, and bones
of other prehistoric squids, from the
Cretaceous of England (Jurassic period)



V-2 rocket
WAC Corporal
Feb. 24, 1949



ción biónica ya que dentro de él no existe ninguna máquina artificial. Pero es útil al biónico debido a que le alcaza la naturaleza íntima - de un mecanismo biológico complejo. Cuando se ha comprendido mejor dicho funcionamiento el modelo natural es útil para sugerir ideas para construir nuevas máquinas.

Más cualquiera que sea el interés y la fecundidad de los modelos físicos o naturales, el tipo de modelo que más se usa es el modelo analógico, y su desarrollo está ligado con el creciente empleo de las calculadoras electrónicas y las computadoras. Ya que en vez de obtener una analogía de la naturaleza y comportamiento de un organismo vivo, como ocurre en los modelos físicos y naturales, los esfuerzos se dirigen hacia una analogía de forma, mediante un sistema de relaciones matemáticas idénticas, para el modelo y el sistema teórico abstracto, - obtenido a partir del sistema real estudiado.¹⁵

Un ejemplo claro de este tipo de modelos es aquel que se emplea en -- aeronáutica:

Los primeros diseños de aeroplanos fueron tomados de modelos de pájaros e insectos, entre éstos últimos mariposas y libélulas, ya que se necesitaba una amplia superficie de navegación para compensar la gravedad, debido a que la velocidad de estos aviones era mínima.

Pero a medida que aumenta la velocidad en los motores de los aeroplanos, y gracias a la ingeniería en estos motores más compactos y potentes, los aeroplanos abandonan su similitud con los modelos antes mencionados porque la gravedad se convierte en factor insignificante comparado con la resistencia que ejerce el aire sobre el avión.

Ahora el elemento 'aire' es comparable al elemento 'agua', por lo tanto, los diseñadores industriales transfieren sus modelos a una analogía formal de animales acuáticos como los tiburones, las rayas, los calamares, las ballenas, etc., ya que éstos modelos son más valiosos por la velocidad que desarrollan en su medio ambiente, y se usan para la creación de aviones como 'el jet de propulsión a chorro', el jumbo jet y otros.

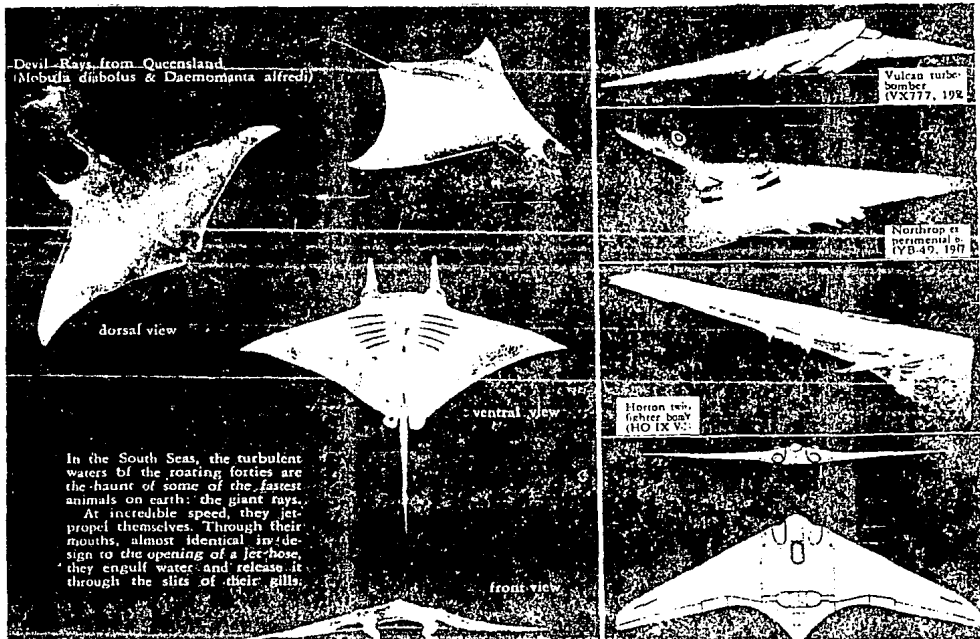
Estos animales desarrollan una velocidad máxima que hace que el factor de la gravedad sea inapreciable, y el peso muerto de sus cuerpos es compensado por la presión atmosférica interior contenida en las --

células sanguíneas y los órganos internos de los mismos.

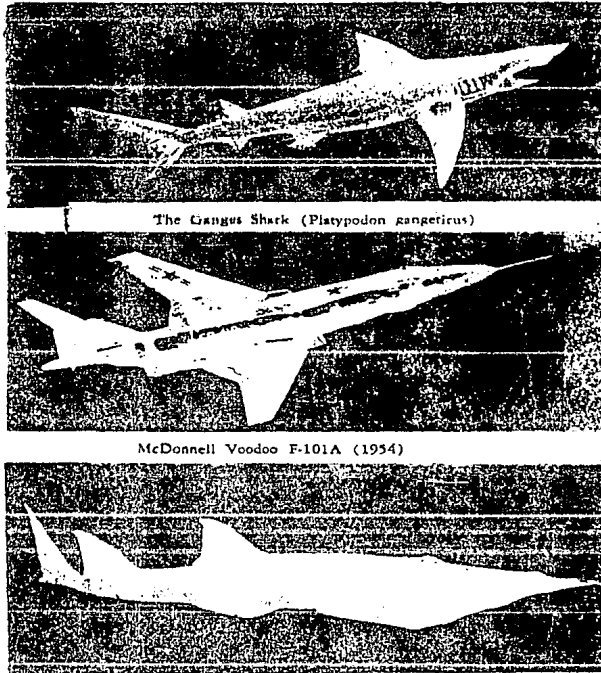
Su movilidad instantánea es comparable a los recientes modelos de la aviación.

Por ejemplo la figura 8 (a,b,c) muestra una especie acuática conocida con el nombre común de raya, que sirvió de modelo físico y analógico para la construcción de los aviones caza (a. Vulcan VX777, b. Northrop YB-49, y c. Horton HO.IXV de la figura 9).

Cuyo principio es el desplazamiento del elemento agua o aire (según sea el caso) a una velocidad sorprendente. La raya es un animal que se impulsa gracias a una propela que es idéntica en diseño a los tubos propulsores del jet, los cuales absorben el aire, de la misma manera que la raya absorbe el agua por su boca para dejarla salir por medio de las aberturas de sus agallas.

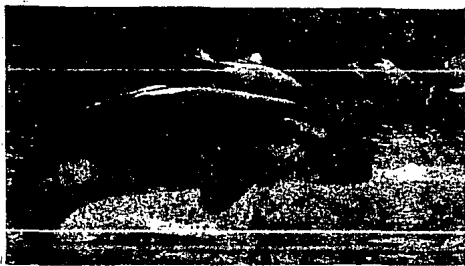


El mismo modelo analógico y el principio físico se empleó en el caso de la figura 10 que muestra un tiburón y su semejanza con el jet -- F-101A construido en 1954.



Lo mismo se podría decir de la figura 11, que muestra una ballena de donde se tomó seguramente el modelo analógico formal y físico para la construcción del avión jumbo jet.

Al hablar de modelos analógicos no podemos dejar de mencionar que el método de analogías es característico de la cibernética, ciencia que se encarga de deducir el funcionamiento de un modelo simulado, dando como resultados la explicación de las propiedades de un sistema vivo o ideas sobre las experiencias obtenidas del modelo.



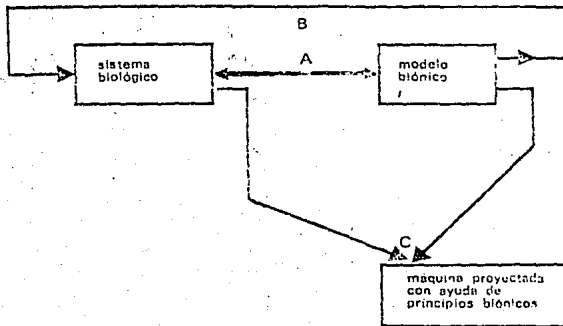
De manera inversa la biónica utiliza los resultados o ideas del modelo de simulación empleado por la cibernética para la construcción de máquinas.

Tanto la biónica como la cibernética son dos ciencias de encrucijada que se apoyan sobre las ciencias especializadas, la distinción entre estas dos es poco precisa, debido a que el proceso cibernético aparece como inverso del biónico.¹⁷

El esquema 2 demuestra la afinidad entre un sistema biológico y el modelo correspondiente desde el punto de vista de los científicos biónicos y cibernéticos.

Afinidad entre un sistema biológico y el modelo correspondiente desde el punto de vista de los científicos biónicos y cibernéticos.

A. proceso modelador;
B. explicación cibernética;
C. científicos biónicos.



1.2.4 SISTEMAS CON EXTENSION DE MANDOS

La comunicación en un organismo vivo se presenta por medio de información que es enviada a todos los niveles; el nivel más elemental de un ser vivo es la célula, que es una fábrica química sumamente compleja en la cual se producen de manera simultánea una cantidad infinita de

reacciones altamente específicas.

Los sistemas especializados de comunicación química que existen en todos los seres vivos demuestran la eficiencia de su mecanismo, por medio de el perfecto desempeño de sus funciones vitales.

La diversidad de respuestas dentro de el proceso informativo de los seres vivos se debe en parte a la información que proviene y rodea al ente vivo, (el medio ambiente) a partir de la cual se elaboran interirmente una serie de comportamientos determinados para cada estímulo -- que reciben.

Sin embargo existen numerosos actos que son consecuencia de un proceso automático (llamado también acto reflejo).

Por lo tanto, para cada ser vivo una situación dada se traduce por todo un conjunto de excitaciones, estímulos o reflejos; dependiendo de las formas adoptadas por los diferentes organismos vivos, el medio ambiente en que viven, la identificación y clasificación de las situaciones a lo largo de su vida.

La biónica se preocupa por comprender el funcionamiento a escala global de los organismos vivos para mejorar el de las máquinas inspiradas por éstos.¹⁸

En cambio la aplicación del proceso informativo de los seres vivos para la cibernética se victrc en un análisis del medio ambiente, la --- identificación y clasificación de el estímulo con referencia a situaciones pasadas (reconocimiento), a partir de esta fase, se hace un esquema de la imagen abstracta comparandola con otros esquemas permanentes en la memoria del individuo, (reconocimiento de configuración), - deducción del comportamiento y la definición de la decisión.

1.2.5 SISTEMAS CON TRANSFERENCIA DE ENERGIA

Todo sistema biológico recibe energía del mundo exterior en forma de alimentos o radiación solar, energía que se transforma después por -- medio de procesos específicos a cada organismo viviente en la energía precisa para vivir o actuar.

El problema de la transformación de la energía es uno de los más importantes para nuestra civilización y tiene como solución actual el uso de la electricidad y la energía atómica. Pero existen también dentro de la naturaleza ejemplos análogos, animales que llevan a cabo, a

escala no despreciable, este tipo de transformación de energía, éstos son los peces eléctricos.

Otro caso de transformación de energía es aquel de la fotosíntesis -- que se lleva a cabo en las células vegetales, donde a partir de materia prima básica se proporciona a sí misma energía necesaria para el soporte de sus procesos vitales; debido a que el proceso del consumo de energía se da de una manera discontinua, los vegetales tienen la capacidad de almacenamiento de azúcares y grasas para plazos prolongados y cuerpos fosfóricos complejos para plazos cortos.

Se puede pensar que este principio energético ha inspirado a los hombres de ciencia que trabajan en la NASA (Centro Espacial de Florida, - USA) para poner a prueba un proyecto planeado con el fin de establecer un laboratorio espacial para la transformación de la energía solar; en éste, una superficie similar a la lámina foliar (hoja de una planta) transformará la energía solar en energía utilizable para el planeta Tierra, tal y como lo hace un vegetal (transformación de energía lumínica en energía química), para sustituir otros tipos de energía hasta ahora empleados.

1.3 LA BIONICA EN EL FUTURO

La reflexión biónica promete ser muy fecunda en el futuro ya que analiza los problemas de la vida y de las máquinas mediante la consideración en común de los diferentes campos del conocimiento (biológico, - psicológico, matemático, físico, etc.,).

La Biónica no es susceptible de una enseñanza escolar, su característica es la actitud de investigación y observación profundas para abordar la problemática de la naturaleza y su aplicación práctica en el de la vida cotidiana del hombre moderno.

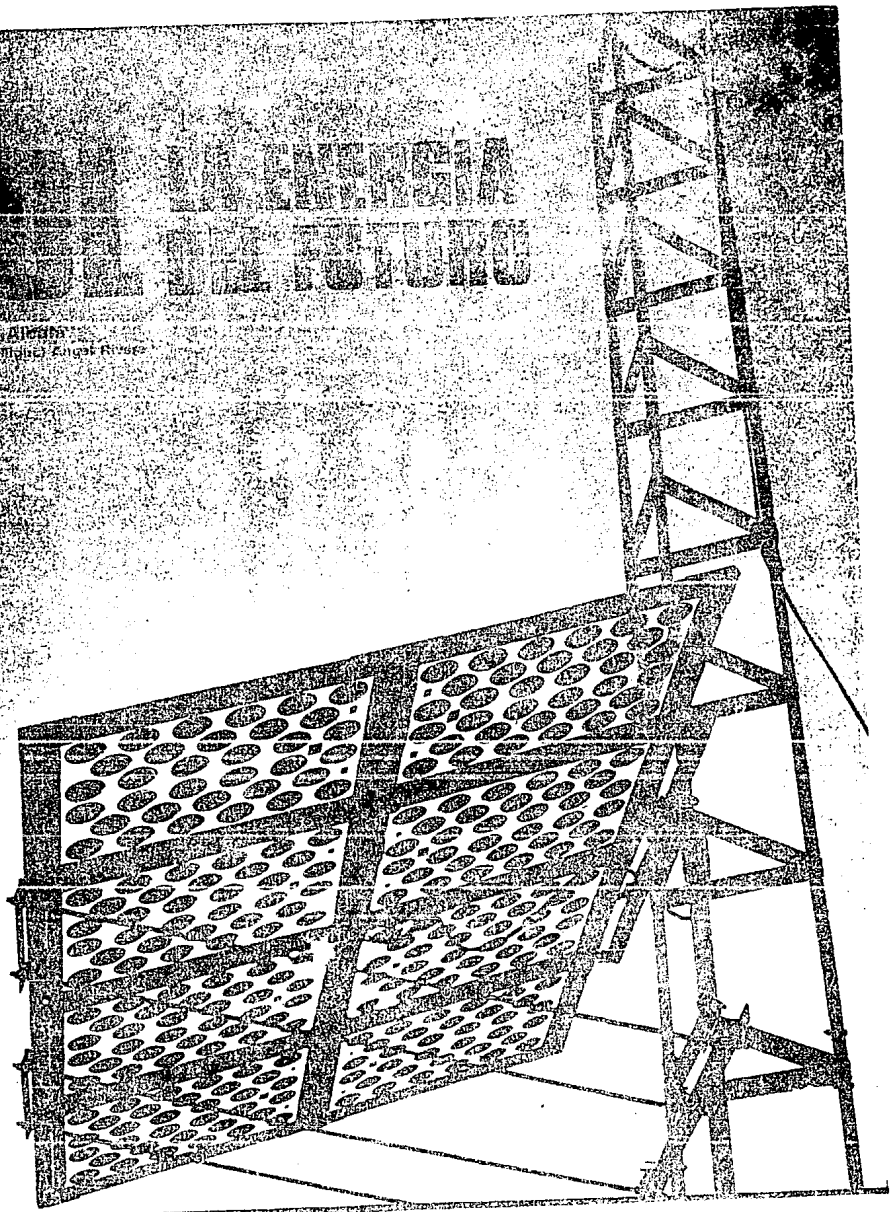
La biónica es el resultado de la fusión de dos actividades: la analítica y la sintética.

El estudio del comportamiento de los mecanismos naturales con miras a su transposición a estructuras artificiales, es una sistematización con objetivos de comprensión mutua entre especialistas procedentes de horizontes lejanos y dispares.

Al avanzar el siglo XXI todo se hará, como se dice, 'a la luz del --+ sol'. En efecto, los hombres encenderán sus cigarrillos con un peque-

OLIVIERO TOSCANI L'ENERGIA DEL FUTURO

Airco, Hoechst, Alcan
Potestables, Mitsui, King, Petro



ño artefacto solar que dará fuego en sólo 3 segundos; las mujeres podrán salir a la calle cubiertas simplemente por un delgado atuendo, - así se trate del más riguroso invierno. Para protegerse del frío usarán un diminuto generador solar camuflado en un broche o hebilla; la mayor parte de las casas y edificios, orientados hacia el sol, dispondrán de agua caliente y calefacción gratuita y habrá lámparas, refrigeradores, radios y televisores que funcionarán simplemente a merced de los rayos del sol.

Los científicos modernos han estado trabajando para capturar y aprovechar el colosal torrente de luz que se derrama sobre la tierra cada día. Y aunque hace apenas algunos años su uso masivo era casi utópico se preve que para el año 2000 aportará tanto energía útil como la que se obtiene en la actualidad de las fuentes no renovables.

En otras palabras, la energía solar cubrirá más del 6% del consumo -- energético mundial.

A cada segundo, el sol que es ni más ni menos un horno atómico que -- convierte masa en energía, transforma 657 millones de toneladas de hidrógeno en 653 millones de toneladas de helio; los restantes 4 millones de toneladas los descarga en forma de energía, en el espacio. Aunque a la Tierra sólo llegan sólo unas dos mil millonésimas de tal cantidad, su volumen representa, en 24 horas, la energía que consumiría la humanidad en 600 años. Pero actualmente se capta y se transforma -- apenas una insignificante fracción de ese torrente energético.

El principal problema con la energía solar es que nos llega en forma muy difusa y, al menos ahora, la tecnología para recogerla y concentrarla resulta demasiado costoso. Por otra parte, la comparecencia -- del mal tiempo ocasiona constantes interrupciones en su recepción.

Sin embargo sus ventajas son aún enormes como solución al problema inquietante de la carencia de energéticos. Entre otras ventajas es gratis, no produce contaminación, y considerada desde los intereses humanos es eterna. Al respecto se sabe por algunos astrofísicos quienes -- calculan que nuestra estrella brillará de 3 a 4 mil millones de años -- más.

Dos hechos fundamentales forzaron al ser humano a buscar otras fuentes de energía: el primero de carácter científico se inicio a princi-

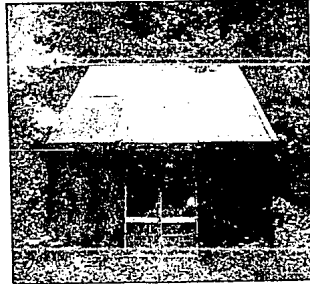
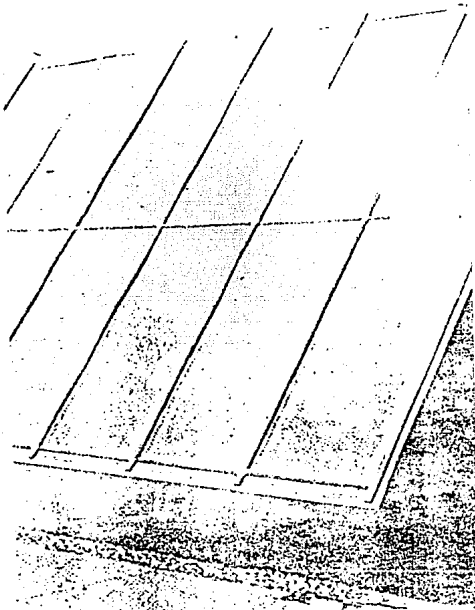
cipios de los sesentas al dar comienzo la era espacial. El segundo, - de tipo económico debido a la eventual escasez y desaparición paulatina del petróleo.

Los científicos que emprendieron la navegación espacial, necesitaban una fuente energética que funcionara a millones de kilómetros de la Tierra, fue entonces cuando revisaron el efecto fotovoltaico descubierto en 1839 por Alejandro Becquerel. Dicho descubrimiento se refiere a la cualidad que tienen algunos materiales de convertir la luz solar en electricidad. Así los científicos cubrieron, los satélites artificiales con células fotovoltaicas que hicieron funcionar los transmisores de radio y otros instrumentos. El Vanguard I, por ejemplo, un satélite del tamaño de una toronja, opera sin interrupción desde el 17 de marzo de 1958 y se espera que seguirá emitiendo señales durante mil años más.

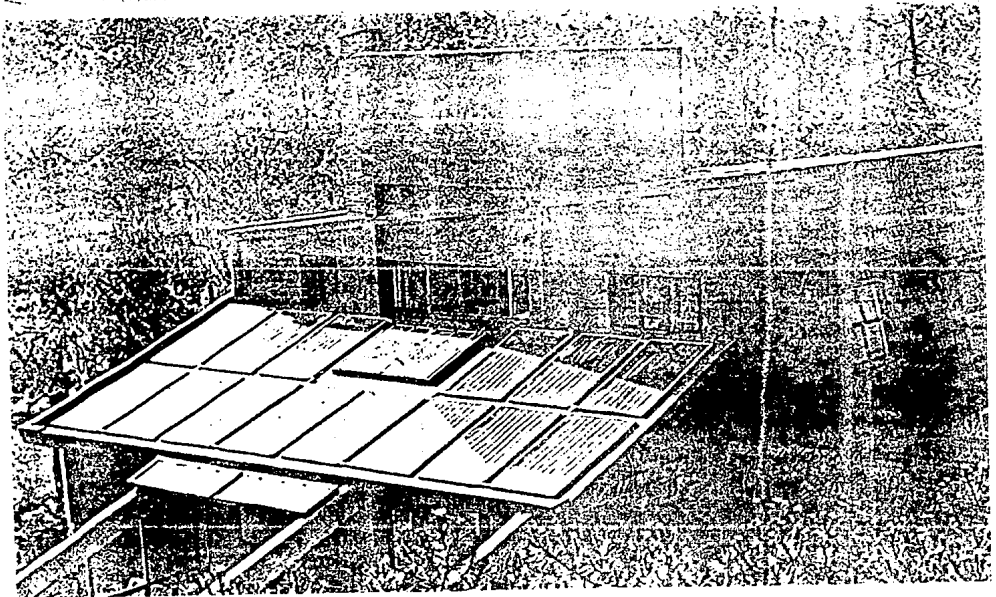
Posteriores proyectos de vanguardia, como los empleados en los generadores de la sonda solar Helios o en satélite de comunicaciones Hermes permitieron obtener una capacidad fotovoltaica de 1.3 Kilovatios... - cantidad de energía excelente si se considera que uno de los inconvenientes de la luz solar es su escasa densidad energética al trasponer la atmósfera terrestre: aproximadamente un 'kilovatio por metro cuadrado.

Tales esfuerzos han servido de punto de partida para desarrollar, a nivel industrial, generadores terrestres con una eficacia superior al 10%, lo cual significa un avance; debido a que ese tipo de generadores absorbía en invierno sólo una décima parte de la energía solar -- que captaba en Verano. Actualmente las placas solares son móviles lo que permite colocarlas perpendiculares al sol. Así el coeficiente de energía es el mismo todo el año. Este tipo de energía tiene enormes ventajas: su duración es casi ilimitada, su conservación apenas excede los trabajos de limpieza periódica y no exige infraestructuras de apoyo con instalaciones técnicas especiales, ni personal superespecializado. Por ello, se le considera ideal para las zonas rurales.

Las figuras 12, 13 y 14 muestra el aspecto arquitectónico de las casas alimentadas por energía solar.



La arquitectura exterior de las casas alimentadas por energía solar, puede resultar cumamente atractiva aunque, en rigor, no diste gran cosa de las demás.



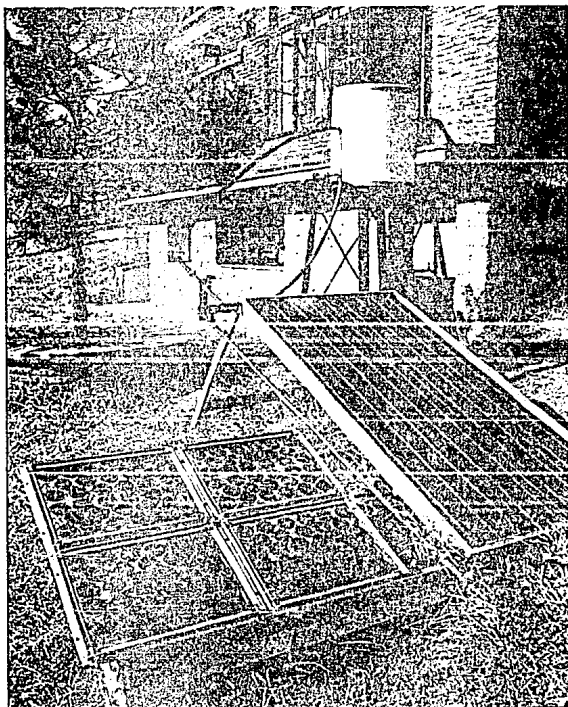
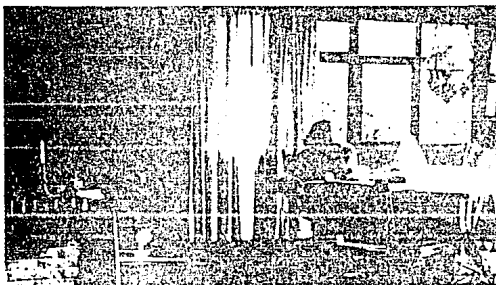
En 1903, en Los Angeles, California, se construyó una casa muy especial. El techo se había recubierto con espejos bruñidos que, según el dueño le proporcionaría calefacción gratuita, sin utilizar para ello el clásico sistema de calefacción alimentado por gas.

El principio en que se cimientan las casas solares es simple. El cristal que las recubre permite el paso a los rayos infrarrojos, que transportan el calor necesario, pero en cambio no los deja salir.

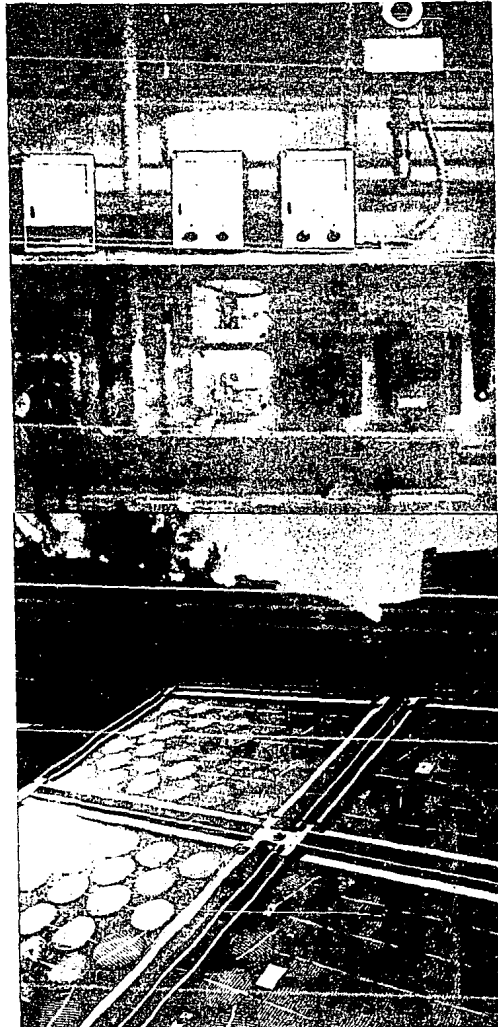
Las casas solares han tenido aceptación lenta. En los Estados Unidos de Norteamérica se construyeron en 1957, las primeras diez casas solares comerciales. En 1974 se edificó la primera en Alemania Federal; y en 1979 la primera en México, única en el mundo por ser cien por cien autosuficiente. Su propietario Roberto Martín, la edificó en el Ajusco, allí según los promedios establecidos al caso, hay 125 días nublados al año. Su costo excedió un poco más del millón y medio de pesos, desembolso que hubiera exigido una casa 'normal'. La casa está acondicionada para cubrir, exclusivamente con energía solar, las necesidades de agua, iluminación ambiental, radioteléfono, alarma, radio y televisión. Dispone además, de acumuladores que suministrarán la energía suficiente para sobrevivir 15 días sin sol (eventualidad poco probable), y tiene colectores para captar el calor del sol y hacer funcionar un sistema de calefacción que hace circular agua caliente por las tuberías que cubren el piso. También dispone de gas doméstico producido por medio de biodigestores que aprovecharán la descomposición de la basura y desechos orgánicos de la familia, así como el estiércol de 3 vacas, 20 gallinas, 20 patos, 20 codornices y 20 conejos que integran la granja patrimonial. (figuras 15, 16, 17 y 18)

Actualmente, la casa solar no tan complicada, como ésta ya que tiene carácter experimental es ya una opción familiar en muchos países. En Estados Unidos se construyen 200 mil al año y para 1987 se espera que haya unos dos y medio millones de ellas distribuidas por todo el territorio nacional.

La Unión Soviética construyó en 1978 casas solares de 2 y 4 pisos. La prueba demostró que en las casas hasta de dos plantas, conviene instalar los paneles captadores de la energía solar en el tejado. En edificios más altos (inclusive rascacielos) los paneles deben instalarse -

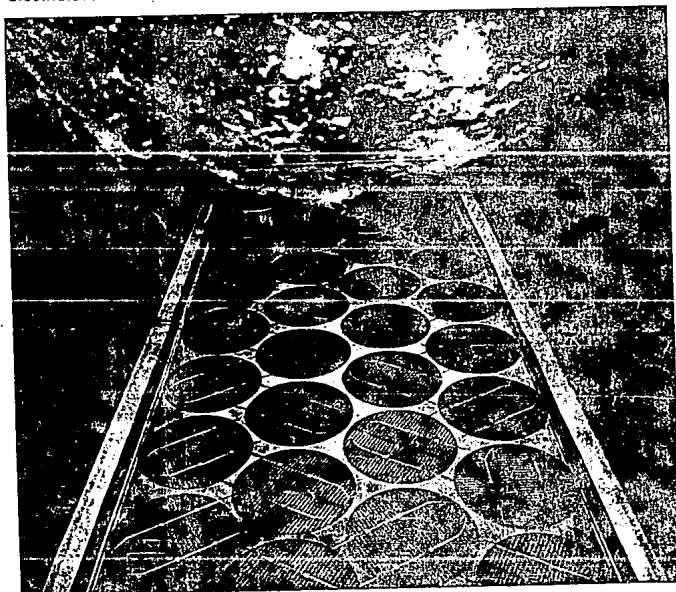
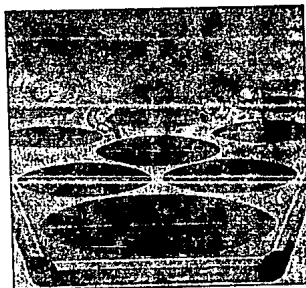


En la actualidad todavía resulta impresionante el corazón de una casa solar: aparatos y conexiones diversos integran el tablero de control desde donde la energía captada en los paneles exteriores y guardada en acumuladores se distribuye y se gradúa según haga frío o calor.

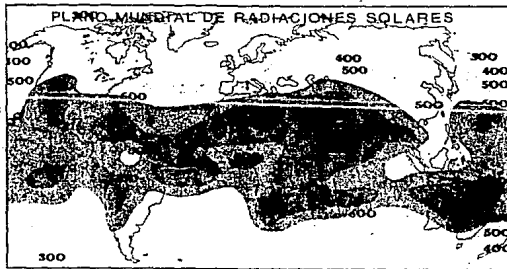


A medida que avance y se perfeccione el uso de la energía solar, la arquitectura se irá orientando necesariamente a un estilo que tal vez sea característico del siglo venidero: las casas y edificios ostentarán techos y paneles cubiertos que captarán la luz y el calor del sol para las necesidades energéticas de sus moradores. Falses privilegiados por la energía radiante que reciben son los ubicados en las cercanías del Ecuador

La luz de nuestra estrecha se capta mediante celdas de silicio, que automáticamente la transforma en electricidad.



en las paredes que caen al sur (si vive en el Hemisfero Norte). A pesar de que los países privilegiados por la energía radiante que reciben del sol son los países latinoamericanos, el aprovechamiento de la energía solar es muy incipiente. (mapa 1)



Pero esta nueva fuente energética podría ofrecer a los campesinos, o pobladores de lugares aislados entre otras soluciones la energía eléctrica, agua potable, difusión cultural, televisión, teléfono, refrigeración y calentadores solares como los que se fabrican en Guadalajara desde hace años.

Según opiniones de especialistas en el ramo de la energía solar esto ayudaría a descongestionar las grandes urbes que estan conglomeradas con campesinos en busca de mejores servicios públicos.

El precio de la energía solar ha disminuido notablemente gracias al revolucionario diseño y procedimiento, de un ingeniero electrónico -- francés Pierre Baude, quien en 1978 recibió el gran premio del Salón Internacional de los Inventos y Nuevas Técnicas de Ginebra, por su invento.

Pero aún es demasiado costoso el uso de la energía solar, por ello todas las naciones que participan en la carrera solar se empeñan en descubrir la manera de abaratar aún más los costos.

A pesar de todo, la Unión Soviética instaló en Bujara, una ciudad del desierto de Kyzylkumy en Asia Central, la primera fábrica productora de aparatos heliotécnicos. Los primeros en salir al mercado comercial fueron los calentadores de agua y los hornos solares, después salie--

heliosecadoras de frutas y otros aparatos para elementos de concreto y heliopotabilizadoras.

En la actualidad a escala mundial el panorama es sombrío ya que la demanda de petróleo crudo aumenta día a día. Afortunadamente los especialistas en energía solar consideran que dentro de unos 10 años este tipo de energético será económicamente costeable, plazo adecuado para hacer conciencia de los cambios que esperan al mundo cuando entre a la Era del Sol.

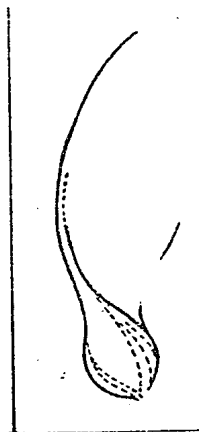
1.4 EL ANALISIS BIONICO

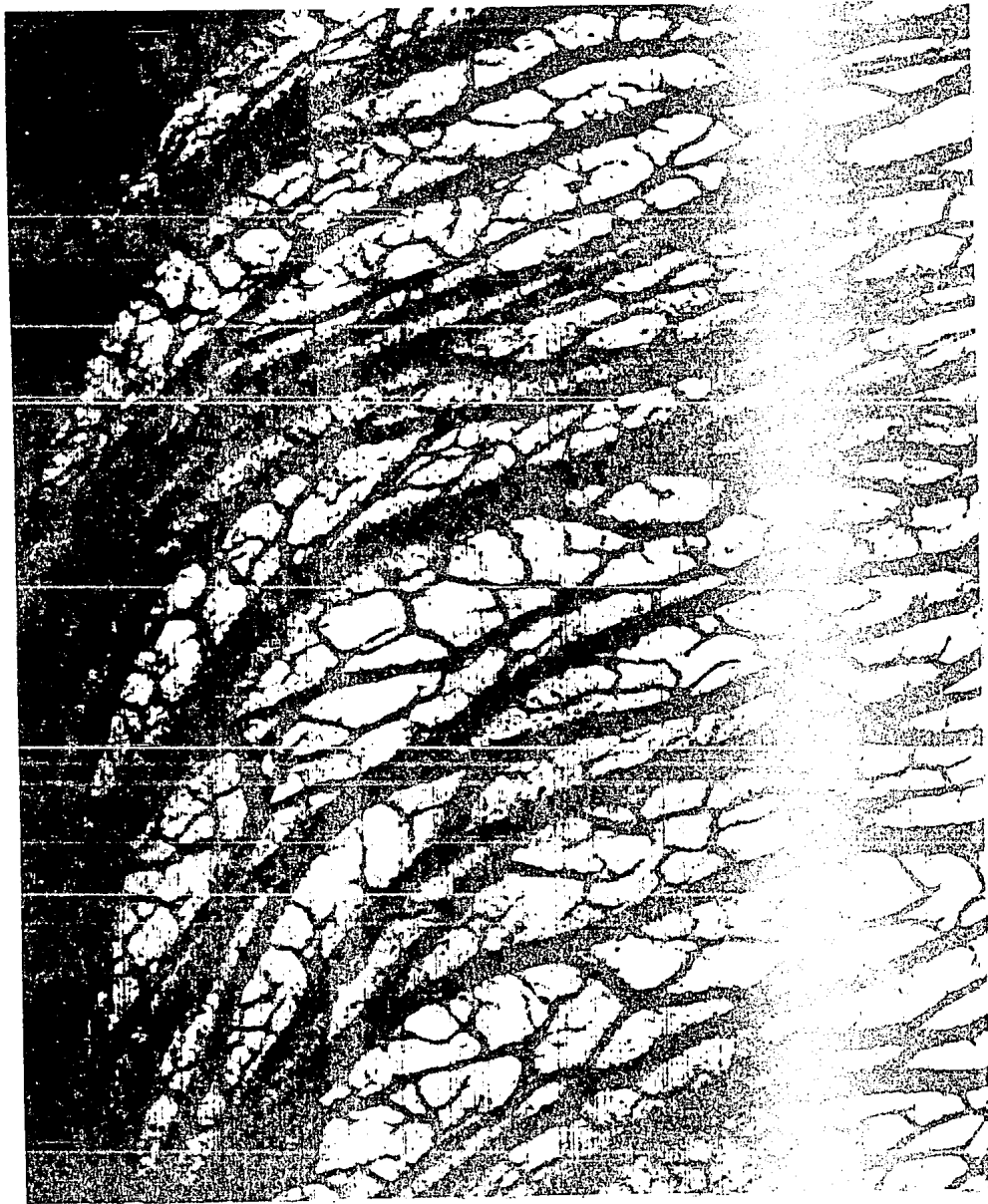
La biónica como hemos visto anteriormente se intereza en la creación de funcionamientos análogos a los comportamientos de los seres vivos; esto ha sido posible mediante la observación minuciosa de la naturaleza, la investigación profunda de sus mecanismos, la utilización de sistemas de modelos, que han demostrado con sus resultados aplicados a sus máquinas una afinidad con el animal o la planta que ha tenido un problema similar a vencer; otra herramienta de suma importancia y utilidad en el proceso de trasposición de un sistema natural a uno artificial, es el análisis biónico.

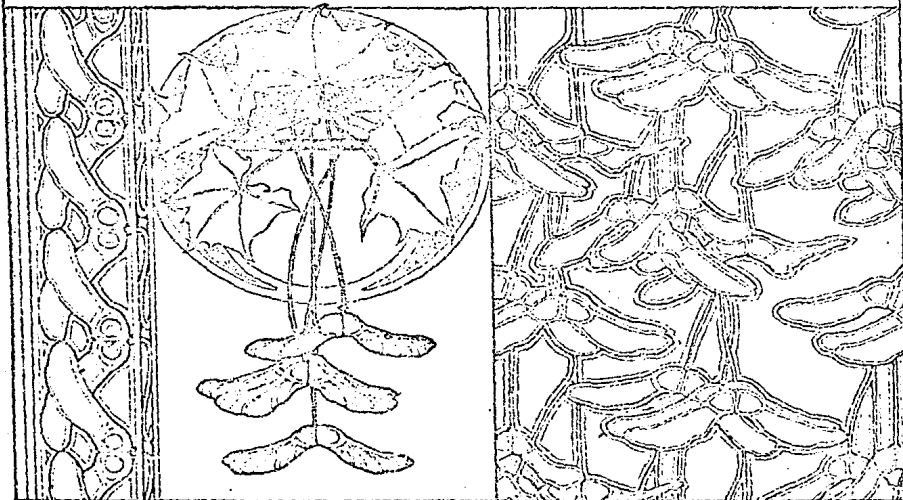
A continuación se presentan algunos ejemplos de análisis biónico, su aplicación, sus características, y las nociones que de ellos se desprenden proporcionándonoslas:

<u>Sistemas Biológicos</u>	<u>Características</u>	<u>Aplicaciones</u>
Semilla de arce (figuras 20 y 22)	Semilla dotada de --- alas. (esquema 2)	Optimización de las pa las de los molinos de viento. (figura 21) La ilustración 1 mues tra un diseño del Arte Nuevo de una semilla - de arce, ejemplo den tro del campo de comu nicación visual.

20.







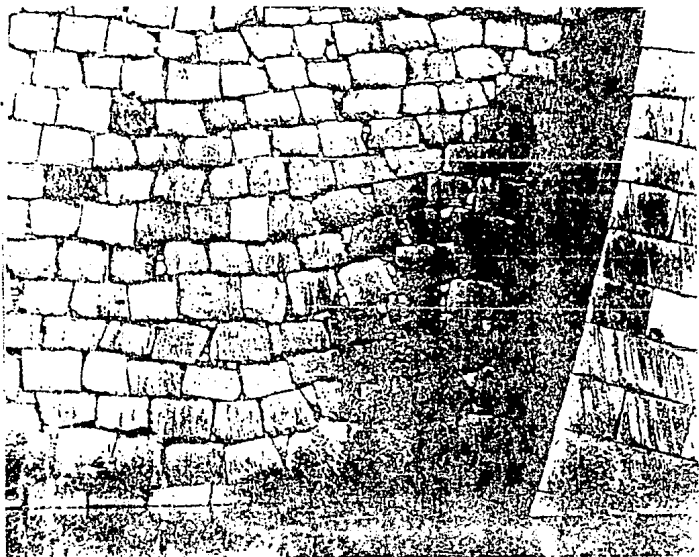
<u>Sistemas Biológicos</u>	<u>Características</u>	<u>Aplicaciones</u>
Caña de Bambú.	Doble fase de la producción de fibras.	Plástico reforzado con fibra de vidrio.
Ballena.	Cuerpo que no requiere de gran dispendio de energía.	Posible reducción de consumo energético para las embarcaciones.
Comenjén.	Antenas cuyo factor olfativo es de gran sensibilidad.	Dispositivo para la localización de gases tóxicos en minería.
Serpiente.	Visión termoscópica, registra variaciones de 0,0018 de temperatura.	Fotografía de rayos infrarrojos.
Pez.	Movimiento oscilante.	Bomba para poner en movimiento el lodo. ¹⁹
Saurios y reptiles.	La dureza de las conchas y el patrón de las escamas permite a éstos animales movimientos lentos y espasmódicos en cualquier dirección.	Construcciones con rocas (Egipto, Grecia, Asiria, China, Japón) en donde no es necesario el uso de cemento para la unión de los elementos integrantes; éstas están construidas con tal precisión que aún después de miles de años de desgaste por la erosión del viento y la lluvia, es imposible insertar un alfiler entre la unión de dos rocas en sus paredes.

<u>Sistemas Biológicos</u>	<u>Características</u>	<u>Aplicaciones</u>
Piel de los saurios	Anteriormente expuestas.	<p>En los lugares en donde de los terremotos son frecuentes y con consecuencias desastrosas las construcciones se hacen de roca sólida dispuestas en un patrón similar al de la coraza de los reptiles.</p> <p>Así los elementos están entrelazados para que cualquier movimiento tectónico pueda tener la tendencia a ajustar más fuertemente entre sí las rocas con que están dispuestas estas construcciones y de esa manera se incrementa su solidez.</p>
<p>Caiman. (Escamas alrededor del cuello de un Caiman Exclerope de Colombia) - (figura 23)</p>	<p>Las anteriormente mencionadas, y como característica particular de presentar la inserción de pequeños elementos entre las escamas de mayor tamaño.</p>	<p>Tipo de construcción con las características mencionadas del ejemplo anterior. (figura 24 Castillo Ni jo, de Japón).</p>



Scales around neck
of Chimán Selerops
from Colombia

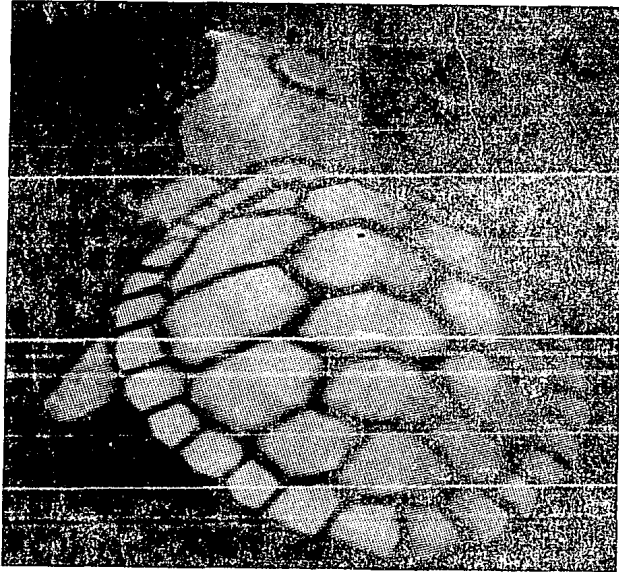
Nijo Castle, Japan



Sistemas Biológicos

Tortuga.

En el cabeza y la capa superior de la concha de la tortuga en donde todas las escamas están sólidamente unidas entre sí. (figura 25)



Cocodrilo

Características

Las citadas en el caso de los reptiles, sólo que varía el patrón de formación de las escamas, los cuales son elementos hexagonalmente alargadas.

La piel del cocodrilo presenta las mismas características de los reptiles, con la peculiaridad de la

Aplicaciones

Tipo de construcción - tiene los mismos principios de edificación - La figura 26 muestra una construcción de la Cultura Inca en la población de Cuzco, Perú



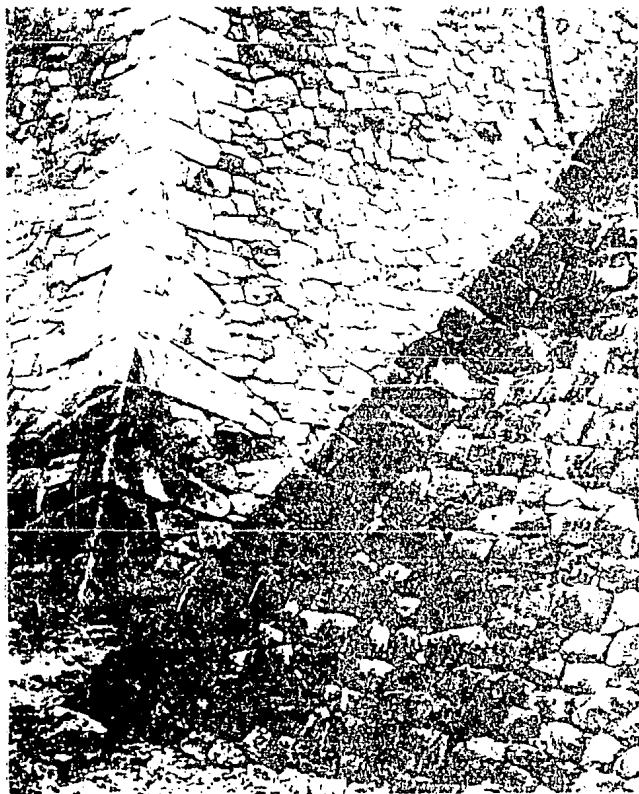
Inca wall in Cuzco, Peru

Construcción rocosa de el Castillo de Nagoya en Japón, presenta un patron de edificación similar a la secuencia

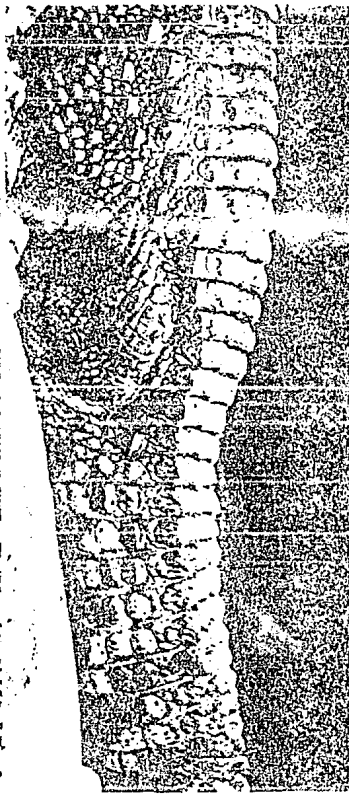
Sistemas BiológicosCaracterísticasAplicaciones

secuencia de las esca-
mas en cuanto a su ta-
maño y disposición.
(figura 27)

modular que sigue la -
piel de un cocodrilo.
(figura28)



Nagoya Castle, Japan



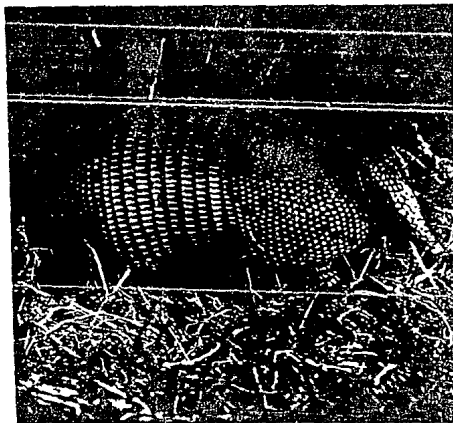
Crocodylus Palustris

Sistemas Biológicos

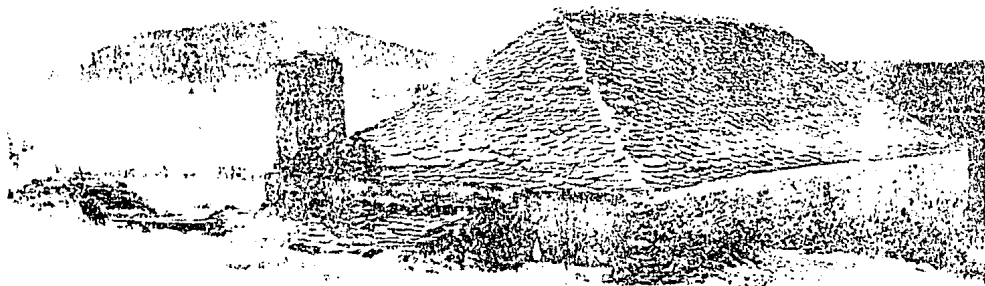
Características**Aplicaciones**

Armadillo.

Posee las mismas ca--
racterísticas que la--
piel del cocodrilo.
(figura 29)



Los granjeros de la ci--
vilización china y ja--
ponesa, construyen los
techos de sus casas --
con un modelo pre-ero--
sionado parecido a la--
coraza de un armadillo
ya que la manera en --
que están dispuestas --
las tejas ofrecen una--
menor resistencia a --
los fuertes vientos de
esas regiones.²⁰
(figura 30)



1.4.6.1 LA MORFOLOGIA ESTRUCTURAL

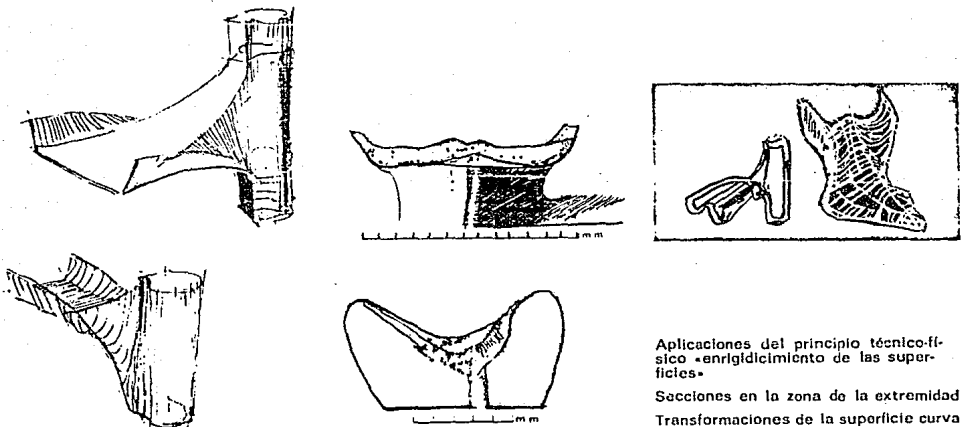
La morfología estructural ha sido estudiada y aplicada desde hace --- años en las facultades de ingeniería y arquitectura de la Universidad de ULM en Alemania, como una aplicación del análisis biónico.

Para estimular la capacidad de los alumnos de captar los detalles tri dimensionales y los principios formales de estructura, de los fenómenos naturales, así como para incrementar la capacidad de transformación, al analizar un objeto análogo.

Una explicación más detallada con respecto a éste análisis es la siguiente: Un fenómeno natural se toma como fuente de inspiración, a partir del cual se desarrolla una solución proyectual.

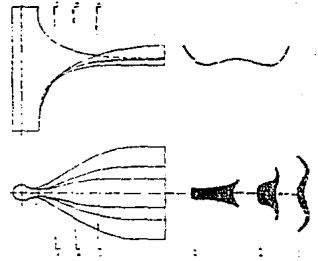
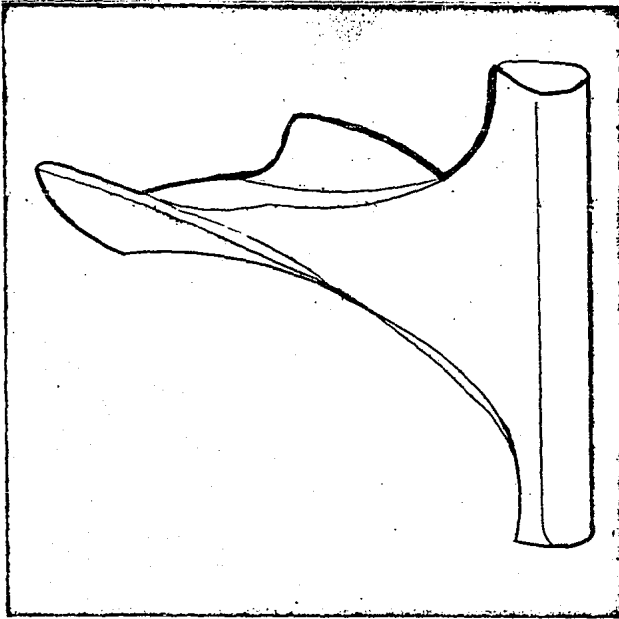
Por ejemplo en los casos en donde se han estudiado los detalles forma les de la planta.

En la figura 31 se ha estudiado la superficie de transición entre la hoja y el tallo de una planta la solución proyectual se presenta con la geometrización de tal superficie. (figuras 32, 33 y 34)



Aplicaciones del principio técnico-físico «enrigidcimiento de las superficies»

Secciones en la zona de la extremidad
Transformaciones de la superficie curva



Abstracción geométrica

Modelo de abstracción geométrica

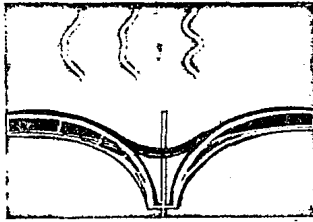
En la figura 35 encontramos la superficie de transición entre el tallo de un vegetal y una espina, la solución geométrica se encuentra esbozada en las figuras 36, 37 y 38.



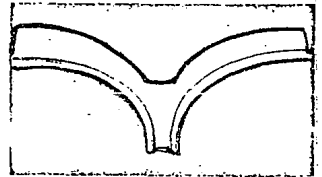
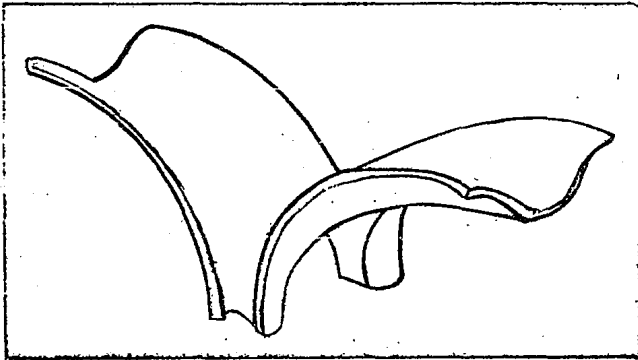
Esbozos de la transición de las superficies

Elaboración del fenómeno observado

Abstracción geométrica de los detalles
Transición entre espina y tallo



Análisis biónico: microfotografía de una espina
HfG. Ulm, Departamento de Diseño Industrial, trabajo de graduación, 1968
Alumno: W. Zemp



Modelo de la abstracción geométrica

Este tipo de análisis morfológico también se ha dado a la tarea de investigar los fenómenos de las 'líneas de separación' entre las partes estructurales que conforman a las plantas.²¹

1.4.6.2 EL ANALISIS ESQUEMATICO- TEORICO.

Grillo propone un análisis esquemático-teórico para el estudio de los fenómenos tanto naturales como artificiales. Quien nos dice que el -- lenguaje básico para cualquier tipo de diseño, tiene como principio - fundamental el de la 'unidad', como leyes las que rigen a la naturale za, y como ciencia a la física; los aspectos mencionados según Grillo tendrán que estar relacionados con conceptos básicos de los 'materiales, la tensión, y el dinamismo' -y sus derivados tales como unidad, - escala, ritmo armonía- dichos conceptos podrán estar traducidos dentro de todas las ramas de la creatividad humana (las ciencias y las - artes), tal análisis esquemático nos ayudará a comprender el significado dentro de nuestro propio campo de estudio 'el diseño gráfico'. Grillo explica su esquema diciendo que si tomamos, por principio el - concepto de unidad, encontraremos que su expresión biológica será la célula, en música será la 'llave' (de sol o de fa), en pintura, serán los 'colores primarios', en poesía será 'el pie' y en arquitectura será 'el módulo'.

En el esquema que se presenta a continuación se muestra los aspectos- más detallados y derivados de las áreas del conocimiento humanos que- amplian el ejemplo anterior. (esquema 3)

UNIDAD DE LA ESCUELA		UNIDAD DE SU ANTE				
	ARQUITECTURA	POESIA	ESCALA	POESIA	MUSICA	
material	- los cuatro elementos - composiciones químicas - materiales industriales y textiles	- las 4 familias: roca, orgánica, metal y sintética	- elementos - luz de color	- madera, piedra, arcilla, metal, vidrio	- lenguaje	- timbre instrumental - las 4 familias: de viento, metales, percusión, y cuerdas.
unidad	- electrón - radio de progresión - el número e - la célula	- módulo - tatami - la acción fuera.	- los 3 pñ. marcos	- canon humano	- sílaba - verso	- tono, medio tono, cuarto de tono
escala	- progresiones - acción	- las órdenes: bórico, denico, corintio, - proporciones irracionales	- descomposición de la luz en 7 colores	- desde 3570- - en hay el momento Bush pero	- metro: yambico pentámetro, hexámetro	- modos: mayor, menor, lidio, dorio, irlandés, chino, etc., cromático
ritmo	- relación espacio-tiempo: - revoluciones orbitales - pulsaciones	- alternancia de entradas y volutas; columna tau, arcadas, etc.	- patrón	- raras de formas estéticas por asociación del bro de composición	- acento tónico - cesura	- tiempo - medida - compás
dimensión	- curvaturas - formas de erosión	- dirección de forma - orientación - líneas de flujo y circulación	- ángulo direccional del color, vinculación, etc.	- ojo direccional de la forma - líneas de fuerza	- secuencia de ideas	- sucesión de notas en cierta dirección - notas, diatónica, etc.
armonía	- sucesión - función - grupo	- "partido" de planeación	- armonía de color - rítmico, cálido, etc.	- bajo rítmico - combinación libre	- soneto - balada - oda, etc.	- acordes - formas musicales.

1.6.2.1 Conclusiones.

Tomando en cuenta las referencias antes expuestas, podemos hacer un estudio de analogías entre los diferentes campos del conocimiento científico que funcione como un método de análisis teórico-práctico dentro de la resolución de problemas de diseño gráfico, considerando-la como ciencia de encrucijada (geneses).

Sabemos, por el estudio que se ha llevado a cabo en el presente capítulo, que cualquier elemento natural tiene características esenciales en cuanto a forma, desarrollo y crecimiento.

Por lo tanto, si tomamos el sistema de modelos y lo hacemos funcionar para los propósitos del diseñador gráfico, tomando en consideración no el mecanismo (físico o químico) de un modelo natural, sino la morfología estructural, del mismo, como si fuera una fuente inagotable de posibilidades gráficas, e inspiración para la creatividad del diseñador gráfico.

Para ello podríamos en primer lugar, emplear sistemas abiertos de información como aquellos que utilizan los seres vivos al dar salida a un mensaje, enviado al medio ambiente, o proveniente de su habitat. Ahora bien, si trasladamos este sistema abierto por el método de analogía, al campo del diseño gráfico, lograremos un canal de comunicación hacia un receptor a través de una imagen, de la cual previamente se ha previsto su respuesta, obteniendo así un máximo de eficacia en la transmisión de la información, gracias al control que marca el método de sistema abierto, copiado analógicamente de un comportamiento estudiado.

Así los instrumentos de comunicación, el arte y la ciencia se conjugan para dar paso a la transmisión de un mensaje, por medio del emisor el 'diseñador gráfico'; quien a través de la composición de los elementos plásticos, y sus conocimientos acerca del manejo de los mismos, aunado a la investigación sugerida anteriormente, aplicada a su creatividad, logrará la eficacia que exige la comunicación, y que puede obtenerse por medio de una imagen gráfica óptima, que refuerza al mensaje emitido, con una base sólida de investigaciones pertinentes enfocadas a través de un marco de referencia que dió su origen.

En segundo lugar podemos hacer uso del sistema de analogías que frecuentemente utiliza la biónica, y que ha sido comprobado mediante el estudio minucioso de las características de los seres vivos orgánicos o inorgánicos y las aplicaciones prácticas que ha logrado en otras áreas del conocimiento.

Como tercer punto mostramos un análisis similar al que propone Grillo y que es un esquema que proporcionamos como un esbozo de comprobación sistema teórico de analogías.

Las características que deben reunir los 'materiales' desde el punto de vista de diversas ciencias:

Arquitectura

Dentro de esta rama del conocimiento se toman en cuenta las características de resistencia de los materiales en cuanto al medio ambiente en que van a ser empleados, las condiciones climatológicas, topográficas, etc., y que como lo compureba la biónica en ocasiones son tomadas de modelos naturales.

Ingeniería

Se toman características de funcionamiento de los materiales cuando se aplican en las máquinas en que se usan y en ocasiones como vimos en páginas anteriores son tomados de modelos analógicos de la naturaleza.

Aeronáutica

Dentro de esta ciencia se considera que el material de construcción debe obedecer leyes físicas, como la gravedad, la presión, etc., y en los inicios de esta ciencia se partió de los naturales.

Diseño Gráfico

El tipo de materiales, las técnicas de representación gráfica, el color y la dimensión, de berán en toda ocasión estar relacionada con el medio ambiente si se trata de un display, un cartel, una portada, etc.

LA BIONICA

CITAS BIBLIOGRAFICAS.

1. L. Gerardin, La Biónica; pp. 9 - 10
2. ibid., p. 11
3. ibid., p. 13
4. ibid., p. 16
5. G. Bonsiepe, Teoría y Práctica del Diseño Industrial; p. 125
6. ibidem.
7. L. Gerardin, op. cit., pp. 25, 26
8. ibid., pp. 27, 40
9. ibid., pp. 44, 46
10. ibid., pp. 48, 52
11. ibid., pp. 53, 54
12. ibid., p. 54
13. ibid., pp. 55, 56
14. ibid., pp. 56, 57
15. ibid., p. 58
16. P. J., Grillo, Form Function & Design; p. 47
17. L. Gerardin, op. cit., p. 59
18. ibid., pp. 60, 171
19. G. Bonsiepe, op. cit., p. 126
20. P. J. Grillo, op. cit., pp. 55, 56
21. G. Bonsiepe, op. cit., pp. 126, 130

CAPITULO

2

ESTRUCTURA

OBJETIVOS

El estudio de la estructura tiene como finalidad didáctica capacitar al diseñador en el conocimiento y uso de los elementos y relaciones que organizan a la forma.

2.1 HISTORIA

Para poder comprender y estudiar más a fondo el problema de la estructura, es conveniente seguir paso a paso a todos aquellos hombres que, a través de la historia y en la diversidad del conocimiento científico, han buscado y analizado lo que es la estructura.

Como punto de partida, se podría decir que esta búsqueda ha tenido como fin hayar las relaciones que ordenan y organizan las partes de una forma en su totalidad.

Encontramos que los primeros en inspirarse en este tema fueron los Griegos. Ellos dirigieron su pensamiento hacia la investigación de la estructura lógica a partir de la forma natural, basándose en su expresión matemática. Bronowski nos habla al respecto diciendo que "La creencia de que la lógica de la naturaleza se expresa en la disposición de sus formas geométricas".¹

Más tarde en el renacimiento, con el genio de Leonardo Da Vinci quien al igual que los griegos se preocupó por decifrar la estructura del mundo a través de la Física, las Matemáticas y la observación de la naturaleza. Existen dos temas dominantes en el espíritu del genio creativo de Leonardo: "Uno de ellos es el mecanismo interno de las máquinas (ruedas, poleas, engranajes y dispositivos) todo aquello destinado a hacer que una máquina funcione. El otro es la anatomía estructural, es decir la disposición coordinada de huesos y músculos que capacitan al cuerpo animal para moverse y obrar como una unidad".² Leonardo Da Vinci, en su incansable búsqueda del saber, logró el descubrimiento de la estructura al escudriñar bajo la superficie de las formas de la naturaleza para llegar a la forma exterior desde adentro'; es decir la inspección de los mecanismos físicos internos de las formas naturales para aprender y comprender su funcionamiento y aplicar dichos conocimientos a la invención de máquinas y proyectos.

Durante los siglos XVII, XVIII y XIX la búsqueda de la estructura fue abandonándose paulatinamente y el interés por el detalle

aislado aumentó con el fin de descubrir de manera visible y con precisión absoluta el mundo material. "Medir con exactitud se convirtió en un fin en sí mismo, hasta el punto de asumir casi un sentido de probidad inequívoca".³

Esta actitud logró el progreso de la ciencia, sobre todo en el siglo XVII, cuando Galileo y Newton colocaron los cimientos de la ciencia física, con métodos empíricos apegados a la observación y que fueron modelo al que toda la naturaleza se ajustaba, y ley aceptada durante doscientos años, como si hubiese sido descubierta de 'una vez y para siempre'.

Hacia el año de 1600 se despierta un nuevo interés (sobre todo en científicos de nacionalidad Holandesa) en los fenómenos de la luz. Así se construye el primer microscopio por Jans y Zacharias Jansen, en 1683. Van Leeuwenhoek, usando mejores lentes y un portaobjetivos logra una ampliación de 275X con el cual logra el descubrimiento de organismos vivos. El interés por la luz y los colores influyen en Newton, quien en 1666 empezó a trabajar en el análisis espectral de la luz (ese mismo año descubrió la Ley de la Gravitación.)

debido al aceleramiento y desarrollo de las mismas, al surgimiento y perfeccionamiento de los medios de comunicación, hasta llegar a la radio y a la televisión modernas. El acercamiento mundial por estos medios, permite que los científicos estén al día de lo que ocurre en otras partes del mundo: la tendencia a la especialización de la ciencia aparece, y tanto en laboratorios como en universidades trabajan continuamente logrando constantes descubrimientos.

Todo esto nos lleva a un punto interesante que es el descubrimiento del átomo. El concepto de su estructura descubierta por Bohr en 1922, y Rutherford con sus investigaciones sobre radioactividad, contribuyen grandemente al conocimiento de la estructura atómica. Otros muchos nombres pueden ser mencionados en relación al descubrimiento del átomo: Bragg, Chadwick, Einstein, Hahn Otto, Heisenberg, Langmuir y Planck, todos ellos

son la base de las ciencias de energía nuclear, la radioactividad y la energía atómica.⁴ Estos hombres vinieron a revolucionar la ciencia moderna con múltiples descubrimientos y aportaciones al dar una descripción estructural del universo en que se discutían los diversos elementos y su interrelación, el orden interno, la organización de los sistemas naturales y artificiales.

El descubrimiento de los rayos X por Wilhelm Roentgen, en 1895, quien convirtió el concepto abstracto de átomo en una entidad física concreta, unida a la demostración de Max Von Laue (1912) de que los átomos de los cristales se hallan dispuestos en formas geométricas regulares y son ejemplo de un enfoque estructural geométrico del átomo.

El impacto del descubrimiento de los rayos X fué inmediato; se ponía en manos del hombre un instrumento que realizaba sin esfuerzo lo que el genio de Leonardo y Versalio se habían empeñado en lograr: visualizar la estructura (que sin duda ya había sido descubierta en el Renacimiento.)

Este fué un paso decisivo en nuestro siglo ya que ayudó a 'superar la escala mecánica de la estructura para llegar a la escala atómica'.⁵

La estructura es una concepción de ordenamiento dentro de un conjunto, cuyas unidades son los átomos. Este ordenamiento se lleva a cabo por medio de la geometría.

Un dato alusivo a este tema es el hecho de la disposición de los átomos que Auguste Kekule observó en 1858, y que cien años más tarde dió como resultado la determinación de las propiedades de los elementos químicos a causa del ordenamiento de sus átomos).

Lawrence Bragg, en 1913, al estudiar las moléculas vivas descubrió que poseen una forma geométrica de la cual depende la propiedad fundamental de la vida.

De aquí podemos concluir que los científicos, a través de la historia, han llegado a reconocer que las propiedades de la forma, tanto inerte como orgánica, están determinadas por la manera en que se disponen los átomos, unidades básicas de construcción de la naturaleza, y por la manera en que están

unidos.

Para puntualizar lo anterior enunciaremos lo que dice Gyorgy Kepes: - "De las estructuras inorgánicas a las plantas y los animales, de los movimientos de éstos a sus normas de comportamiento social, y hasta - en las relaciones humanas, la estructura tiene una importancia fundamental."⁶

Desde el punto de vista de Kepes, la estructura nos provee de una forma de ordenamiento por medio de una unidad básica que en el caso de - los organismos vivos, es el átomo, el cual comprende la estructura molecular que rige los mecanismos biológicos de las formas vivas. A su vez puede tener una aplicación práctica en el entendimiento del funcionamiento o construcción de elementos gráficos estructuralmente hablando, tomando como punto de partida el módulo y la ordenación del mismo. (ver referencias acerca del módulo en el capítulo correspondiente).

2.2 DEFINICIONES DE ESTRUCTURA

Margit Staber nos muestra dos enfoques al hablar de estructura:

2.2.1 "La estructura se integra a la forma; la estructura no está a la vista sino inmersa bajo la superficie; su presencia es latente sólo discernible de manera indirecta. La forma como tal logra todo su efecto independientemente de la estructura que lo erige".⁷

2.2.2 "Cuando la organización estructural se hace visible y constituye el carácter mismo de la forma"⁸, es decir, todos aquellos elementos y relaciones que actúan como ordenadores de la forma y que constituyen la estructura.

Vayamos ahora a una definición referente a la metodología de las investigaciones biológicas dada por Wolfgang Wieser: "Por estructura se entenderá la red de relaciones entre los elementos."⁹ O procesos elementales combinados en conjuntos y que obedecen las leyes definidas para su organización.

Otra definición la podemos tomar de Gyorgy Kepes, quien nos dice:

"La estructura, en su sentido fundamental, es la unidad creada por las partes y articulaciones de las entidades."¹⁰ Es un patrón de cohesión dinámica.

Un concepto que puede tener uso en el campo del diseño gráfico es el-
manejado en psicología que considera a la estructura como 'uno de los
atributos de la forma' según Wolfgang Metzger.

Metzger agrega, además, que a la estructura "pertenecen las cualida--
des de la disposición de construcción"¹¹, el tamaño del espacio, la -
configuración de la figura, la luminosidad, el color, el equilibrio,-
el ritmo, la secuencia, con sus variaciones tales como el movimiento-
y el cambio.

Metzger llama a éstos conceptos 'estructuras dinámicas' y son la di--
rección, la distribución, la tensión, la atracción, la repulsión, la-
presión, la fuerza, conceptos que aplicados a organismos vivientes in-
cluyen los cambios que suceden con el tiempo.

2.3 ESTRUCTURA DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL DISEÑO GRAFICO

La estructura es la manera en que una forma es creada construída u or-
ganizada junto a otras formas, e incluye aspectos como la ubicación e
interrelación de las formas, de acuerdo a la disposición estructural-
de los siguientes elementos:

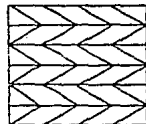
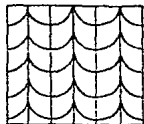
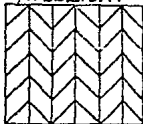
2.3.1 Elementos de dirección. Depende de cómo está relacionada con --
otras formas y el marco que la contiene.

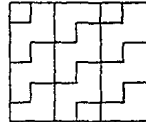
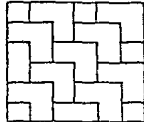
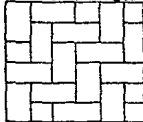
2.3.2 Elementos de posición. Juzgada por la disposición de las formas
de acuerdo a la estructura misma.

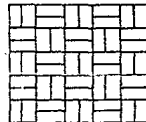
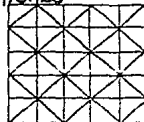
2.3.3 Espacio. Dependiendo del tamaño de los elementos y la disposi--
ción del mismo espacio que puede estar ocupado o vacío.

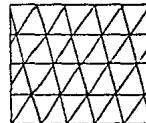
2.3.4 Elementos de gravedad. Son aquellos que influyen psicológicamen-
te en el individuo, como la sensación de pesadez, ligereza, estabili-
dad, desequilibrio, etc.¹²

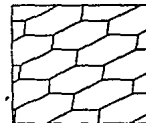
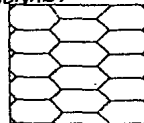
ESTRUCTURA.

REFLEXION.

COMBINACION

DIVISIONES ULTERIORES

ENREJADO TRIANGULAR

ENREJADO HEXAGONAL.

RESUMEN:

ESTRUCTURA

1. La estructura ha sido estudiada a través de la historia, para encontrar las relaciones que ordenan y organizan las partes que constituyen una forma en su totalidad.

Las investigaciones de científicos en las áreas de física, química, - óptica (microscopía) y la observación de los artistas, han logrado re solver la problemática de la estructura.

Cabe mencionar que la estructura también ha sido estudiada bajo los - aspectos de la psicología y la biología.

2. Algunas definiciones que describen a la estructura son:

- a) La estructura como armazón o esqueleto de la forma a la que eri- gen. (Staber)
- b) Los elementos y relaciones que ordenan u organizan la forma constituyen la estructura. (Staber)
- c) La estructura como unidad creada por las partes y articulaciones de las entidades en cohesión dinámica. (Kepes)
- d) La estructura como atributo de la forma, a la cual pertenecen las cualidades de la disposición para la construcción de los objetos, y son los siguientes: el tamaño del espacio, la configuración de la forma, la luz, el color, el equilibrio, el ritmo, la secuencia el movimiento y el cambio. (Wolfgang Metzger)
- e) Las estructuras dinámicas, descritas como la dirección, la distribución, la tensión, la atracción, la repulsión, la presión, la fuerza, aplicadas dentro de organismos vivos. (Metzger)

3. La estructura y el Diseño Gráfico.

La estructura es la manera en que una forma es creada, construida u - organizada junto a otras formas, de tal suerte que incluya elementos- de ubicación, de interrelación, de dirección, de posición, de espacio y de gravedad.

ESTRUCTURA

CITAS BIBLIOGRAFICAS.

1. J. Brownoski, El Descubrimiento de la Forma; p. 56
2. ibidem.
3. ibid., p. 57
4. M. Staber, La Pintura Concreta como Pintura Estructural; p. 178
5. J. Brownoski, op. cit., p. 59
6. G. Kepes, La Estructura en las Artes y en las Ciencias; p. iii
7. M. Staber, op. cit., p. 172
8. ibidem.
9. ibid., p. 181
10. G. Kepes, op. cit., p. ii
11. M. Staber, op. cit., p. 183
12. W. Wong, Fundamentos del Diseño Bi y Tridimensional; p. 12

CAPITULO

3

MODULO

OBJETIVOS

El estudio del módulo y sus posibilidades en la composición gráfica tiene como finalidad didáctica el capacitar al diseñador en el uso de los métodos de repetición, así como lograr un modelo armónico y unificado.

La teoría modular en conexión a las formas biológicas tiene validez cuando se aplica en estos en su período de madurez, brindando al diseñador una valiosa herramienta de trabajo.

EL MODULO

Podemos abordar este tema con la interesante nota de Philip Morrison que nos dice que todo el mundo es modular de donde entendemos que las formas tanto naturales como artificiales, estan construidas por pequeñas unidades integrantes del todo, (que desde el punto de vista atomista pueden ser llamadas átomos). Un axioma fisico matemático Jean Baptitse Fourier nos dá una explicación más científica del tal pensamiento; este axioma dice: "La infinita repetición de la subdivisión de una substancia pura (agua) no cambia sus propiedades intrinsecas"¹ (desde el punto de vista perceptual).

Esto significa que la materia tiene propiedades que dependen del ensamblaje de muchos constituyentes modulares 'átomos' tediosamente repetidos los cuales podemos ver a través del microscopio y que son estudiados en el campo de la fisica, la química, la biología y, de hecho, en la observación de todo el mundo, como construido de ciertos 'módulos' fundamentales subatómicos o 'partículas' que forman parte de una clase o familia, agrupados por sus propiedades intrinsecas y que pueden interactuar unas con otras guardando un orden basado en leyes que los rigen.

Pero hasta ahora, 'en tiempo y espacio aún no se descubre ninguna modularidad,' ya que estas categorías se manejan desde el campo de la metafisica.¹

Otro autor que se enfrenta a la descripción del pensamiento modular es C.H. Waddington quien al referirse a los organismos menciona que "las fuerzas que rigen las partes elementales de éstos, en relación de orden entre unas y otras, surgen de la interrelación de numerosas entidades activas"²

A lo que Rudolf Arheim añade que aunque el orden de las cosas no pueda derivarse del módulo atómico, estas están provistas de un principio de balance que produce formas organizadas en varios niveles integrativos. Lo que indica que con frecuencia "el orden de la estructura no es del tipo puramente aditivo, 'modular', sino que involucra una organización integrada del patrón completo".³

Ezra nos dice que el término módulo 'es indicativo de orden' y esto se debe a que los componentes modulares se relacionan unos

con otros; al proveer a la forma con una armazón de organización absoluta y variación infinita, 'el módulo denota disciplina y libertad'.

Pero al mismo tiempo implica la combinación de sus componentes relacionados unos con otros, manejando términos de proporción y dimensión. También pudiera pensarse en el módulo como "la dimensión más pequeña que pudiera ser multiplicada por cualquier número de veces para obtener las magnitudes más grandes del producto"⁴, o relacionarlo a una red o planteamiento estructural, o por medio de ritmos o relaciones proporcionales de sus diferentes medidas. (Desde el punto de vista del diseño gráfico en donde se manejan elementos plásticos).

3.1 EL PRINCIPIO MODULAR Y LA FORMA BIOLOGICA.

Waddington al hablar de éste tema nos dice que el término módulo no es usado comunmente en biología, sin embargo, la idea de módulo como el la usa cubre dos conceptos relacionados: primero, usando algunas unidades de longitud o volumen standard como base parte el diseño de un todo; y segundo, adoptando a través del diseño series únicas y definitivas de relaciones proporcionales.

Podríamos tomar para éste segundo aspecto como sistema de medida la escala de Le Corbusier (la cual reúne dos métodos de medición: Las series de Fibonacci y la sección áurea) que es una variación del principio modular, que, en lugar de guardar el tamaño de la unidad constante, se incrementan gradualmente de acuerdo a una progresión geométrica.

Este procedimiento tiene algunas limitantes, ya que existe la imposibilidad de tomar a la estructura como un patrón completo; ésta limitación hace que las unidades continuas, más distantes se vuelvan inconmesurables.⁵

Ahora bien, Waddington nos plantea que "en un sentido más profundo, las formas biológicas nunca podrán ser modulares en el sentido en el que un diseño arquitectónico puede ser"⁶ ya que en esencia las estructuras biológicas están involucradas en un proceso de crecimiento y desarrollo. A pesar de que se pueda identificar a una unidad básica, fundamentalmente no es constante sino que

cambia (generalmente se incrementa) conforme al factor tiempo. Similarmente, a el sistema de proporciones el cual se altera conforme el desarrollo procede.

"La única razón de porqué no está completamente atrás del punto de discutir una teoría modular en cohección con las formas biológicas, es que en muchos organismos, incluyendo los que son de interés para los artistas en el hombre mismo, hay un periodo extenso de vida, - el periodo de madurez - durante el cual los cambios son relativamente ligeros."⁷

Desde el punto de vista biológico y dentro de la teoría modular se puede hacer uso de una unidad básica: La célula, integrante de las formas biológicas. Aunque sólo es en organismos simples muy pequeños que las células formas parte de una unidad modular, en los cuales las células son suficientemente pocas para funcionar como un módulo, esto sucede solo cuando el diseño está basado en ordenamientos de un módulo no modificado.

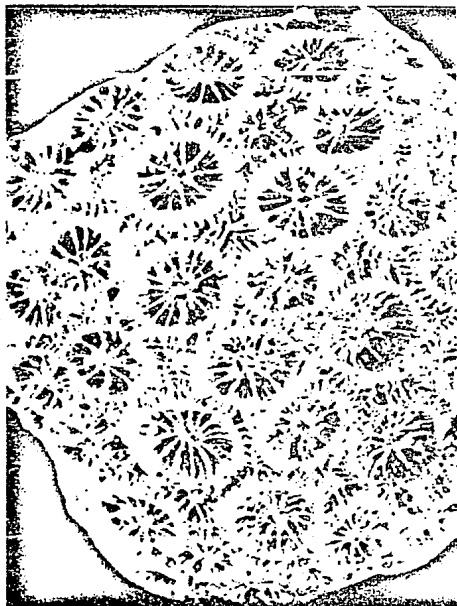
Generalmente, aún en grupos de varias células existen diferencias en los módulos en tipos diversos y la forma es archivada por un arreglo ordenado de estas distintas unidades.⁸

Muchas formas biológicas están construidas por módulos, éstas unidades son mucho más grandes que las células y están a su vez compuestas de gran número de ellas; así, como la unidad modular en una construcción arquitectónica puede estar formada por numerosos ladrillos.

Uno de los principales puntos que es necesario tratar al hablar de las formas biológicas en general es que hay un rango completo de agrupaciones diferentes. En un extremo tenemos estructuras en la cuales las unidades son muy similares entre si y están arregladas dentro de patrones casi regulares. El ejemplo mejor conocido tal vez sea el del panal de las abejas, en el cual la simetría es tan pronunciada que puede considerarse como modular. (Figura 1)

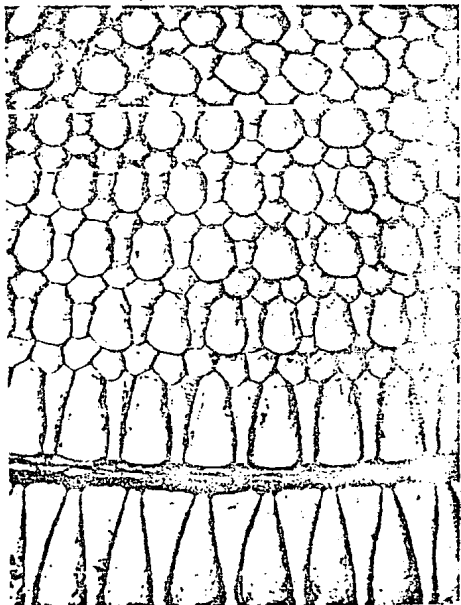
Otro caso es el que se presenta por ejemplo, en la masa de un coral y en la placa ósea de la espalda de un armadillo en donde se muestran uno de los rasgos característicos de esas formas biológicas y es que involucran la repetición de una unidad básica

aunque en grupos y tamaños diferentes (Figuras 2 y 3).



CORAL

HUESOS DE LA CONCHA
DE UN ARMADILLO.



Desde el punto de vista de diseño gráfico podemos considerar de ésta forma a un organismo a partir de la teoría modular; si forzamos alguna de sus partes a convertirse en un módulo, o bien inducir algún tipo de organización a partir del contexto biológico con algún elemento con el cual diseñemos variantes hasta llegarlo a transformar en una o varias organizaciones modulares de aquí abremos obtenido una solución para un problema gráfico específico a partir de elementos biológicos que pueden tornarse en útiles objetos de trabajo para cualquier diseñador gráfico creativo.

3.2 EL MODULO EN EL DISEÑO GRAFICO

Wucious Wong nos da una breve explicación de lo que es el módulo: "Cuando un diseño ha sido compuesto por una cantidad de formas, las idénticas o similares entre si son formas unitarias o módulos que aparecen más de una vez en un diseño"⁹.

La presencia de módulos tiende a unificar el diseño, brindándole armonía; un método que puede emplearse en el uso de módulos es el de repetición.

3.2.1 Repetición.

Por lo que es necesario saber que existen diferentes tipos de repetición:

3.2.1.1 Repetición de figura (módulo)

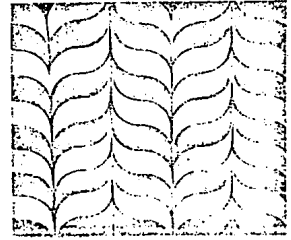
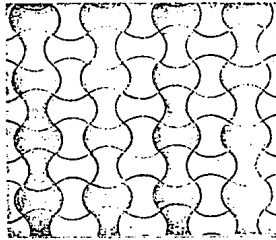
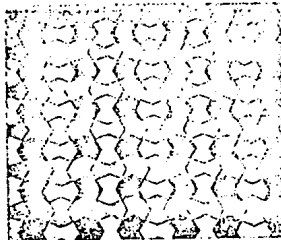
3.2.1.2 Repetición de tamaño modular.

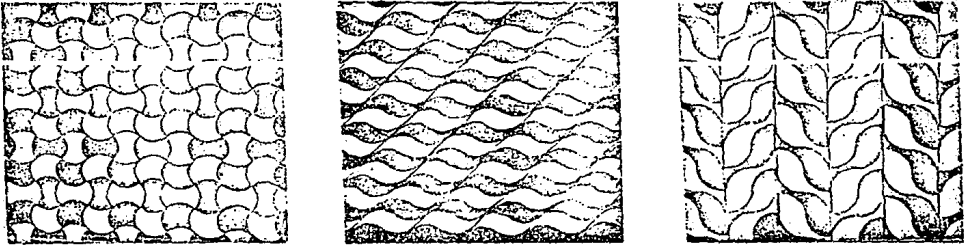
3.2.1.3 Repetición de color.

3.2.1.4 Repetición de dirección.

3.2.1.5 Repetición de posición. (Figura 3)

REPETICIÓN MODULAR

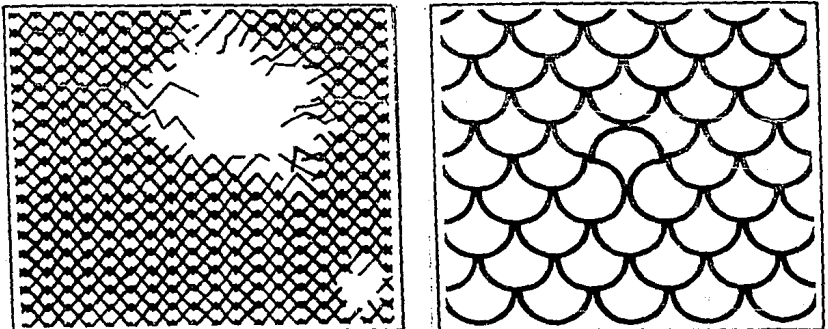




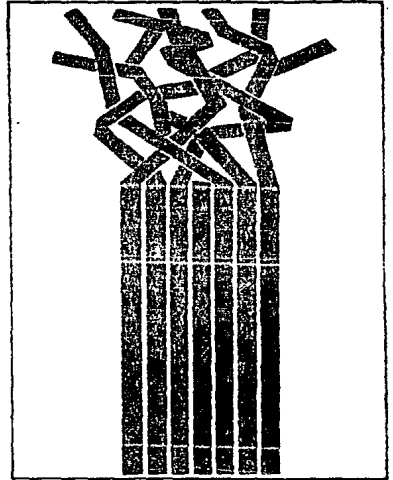
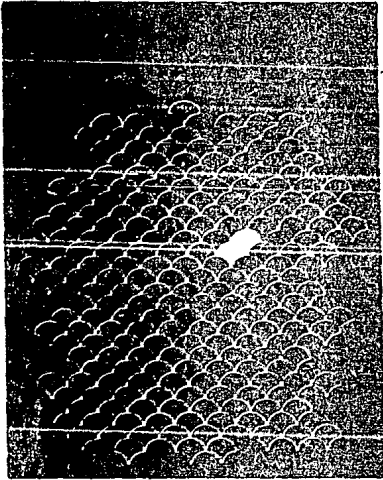
Los módulos también pueden relacionarse con los métodos de similitud, gradación y radiación (para mayor referencia ver capítulos correspondientes).

3.2.2 Anomalia.

Los módulos a su vez pueden presentar el concepto de anomalia que es la presencia de irregularidad en un diseño que es regular, marca cierto grado de desviación de la conformidad general, lo que resulta en una interrupción leve o considerable de la disciplina total o como un punto de atención en donde se rompe la regularidad. (Figura 4.)

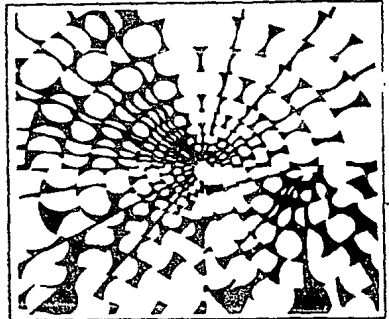
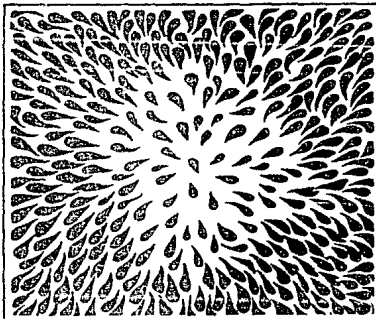


ANOMALIA

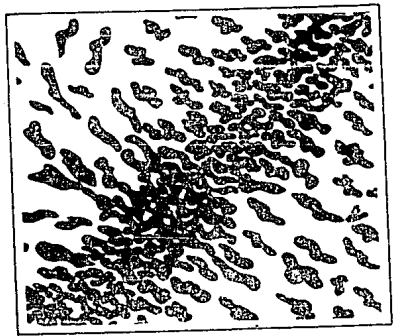
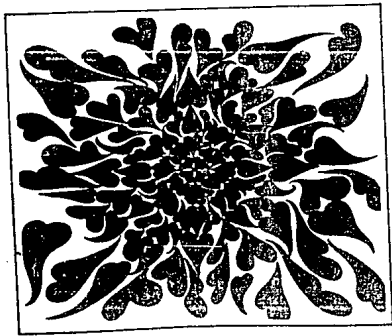
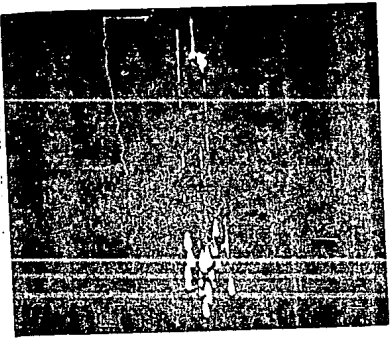
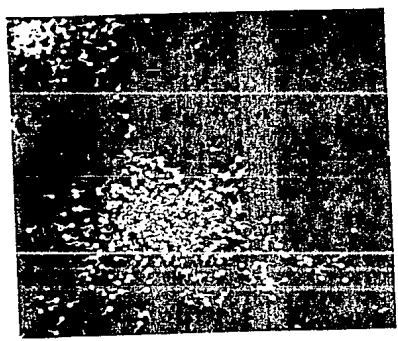
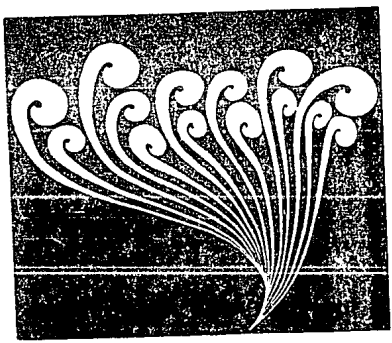
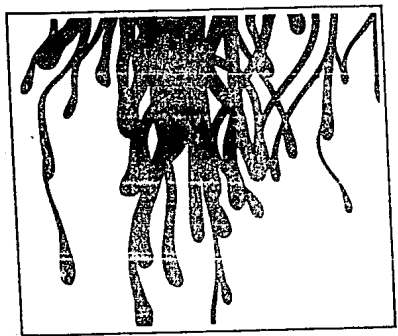


3.2.3 Concentración.

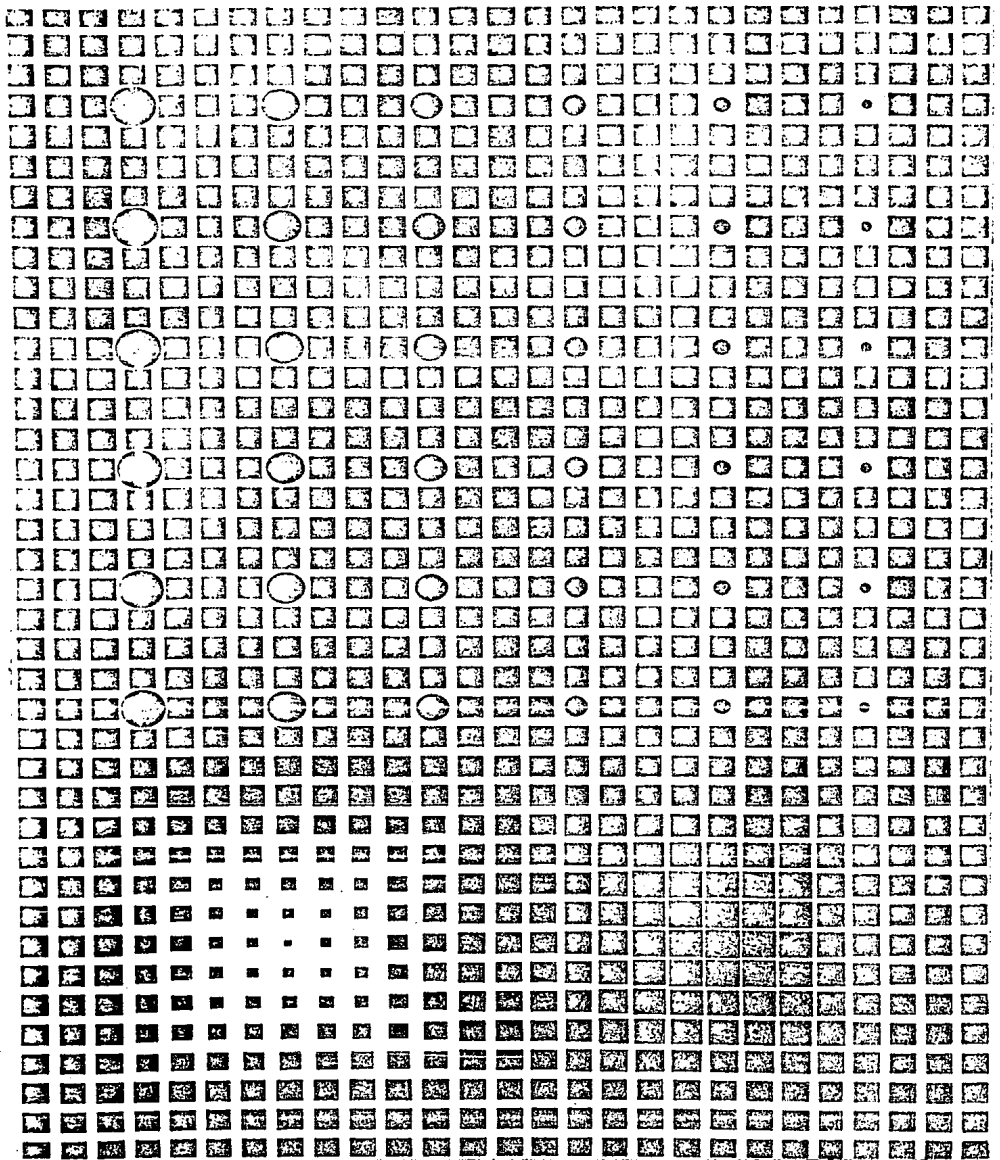
El uso de la concentración se refiere a una manera en que se distribuyen los módulos apretadamente reunidos en ciertas zonas de un diseño, o bien levemente repartidos en otras áreas. Tanto la anomalía como la concentración son conceptos que aparecen repetidamente en casos biológicos. (figuras 5, 6 y 7)



CONCENTRACION



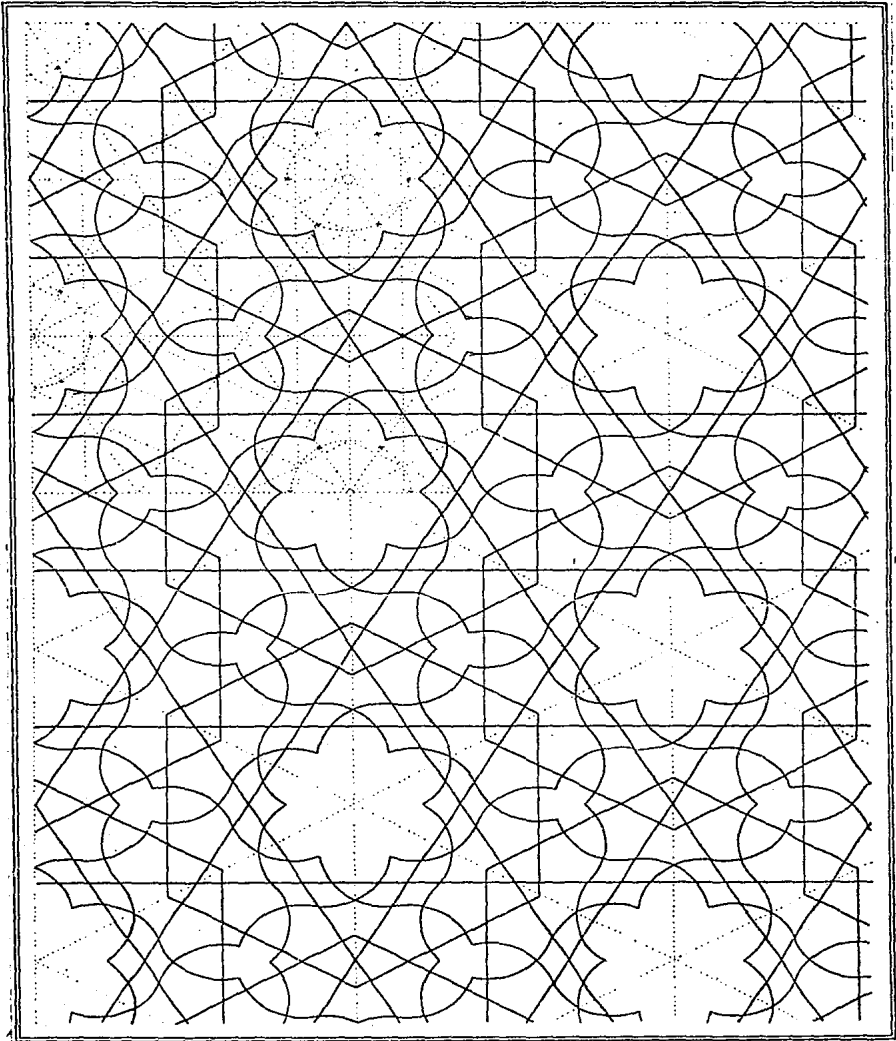
CONCENTRACION.

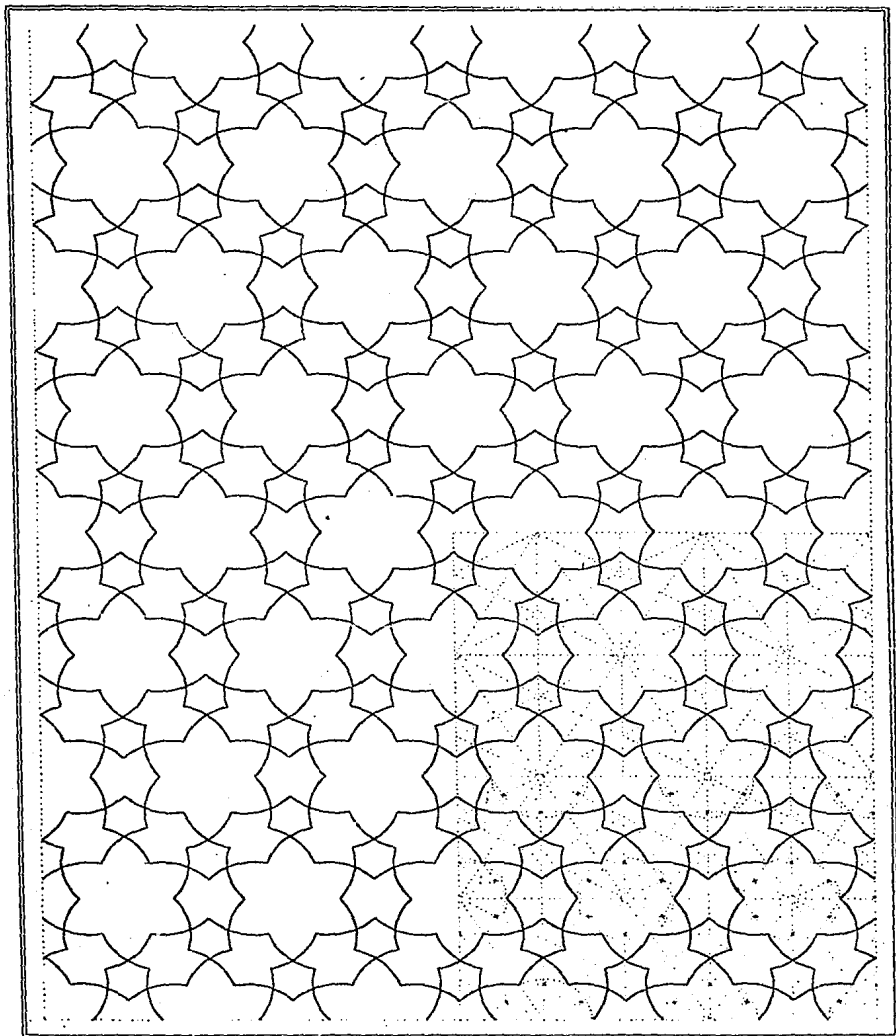


3.2.4 Submódulos y Supermódulos.

Un módulo puede estar compuesto por elementos más pequeños utilizados en repetición estos se denominan submódulos.

Si los módulos, organizados en un diseño se agrupan para convertirse en una forma mayor y que luego es utilizada en repetición dichas formas son denominadas supermódulos. (Figuras 8 y 9.)





RESUMEN:

EL MODULO

1. Las formas naturales y artificiales están construidas por unidades integrantes llamadas átomos, y de acuerdo al ensamblaje y repetición de los mismos que proveen a la materia de propiedades intrínsecas ordenadas por leyes físicas o químicas que determinan la clase o familia de tal o cual forma viva o inerte a la que pertenecen. (Morrison).
2. En el tiempo y el espacio no existe ninguna modularidad debido a que estas categorías se encuentran dentro del campo de la metafísica.
3. Waddington sugiere que la interrelación de entidades activas ordenadas son las fuerzas que rigen las partes elementales de los organismos vivos.
4. El orden de la estructura no es modular, sino que involucra una organización integrada por un patron completo. (R. Arheim)
5. El módulo es indicativo de orden, debido a que los componentes modulares se interrelacionan proviendo un armazón de organización absoluto. (Ezra)

El principio Modular y la Forma Biológica.

6. El módulo no es comunmente usado en Biología, pero Waddington propone dos conceptos relacionados:
 - a) Por medio de unidades de medida standard como base para el diseño de un todo.
 - b) Adoptando a través del diseño series únicas y definitivas de relaciones proporcionales, por ejemplo la escala que propone Le Corbusier que es una variación del principio modular, en donde el tamaño de la unidad se incrementa gradualmente de acuerdo a una progresión geométrica.
7. La teoría modular en conexión con las formas biológicas tiene validez cuando se le aplica en el período de madurez de un organismo vivo, en donde los cambios e incrementos en crecimiento debido al tiempo son relativamente nulos.
8. La aplicación de la teoría modular a la biología se da en el uso de una unidad básica llamada célula, aunque sólo en organismos unicelulares, esta representa la unidad, es decir, funciona como un módulo

generalmente, en grupos de numerosas células, la forma es archivada - por un arreglo organizado de las diferentes unidades.

El Módulo en el Diseño Gráfico.

9. La definición de módulo en el diseño gráfico se entiende como la cantidad de formas idénticas o similares entre sí, que aparecen más - de una vez en la composición de un diseño unificado y armonizado.

De donde se puede deducir que es necesario un método de repetición mo dular para obtener éstas características.

Los diferentes tipos de repetición incluyen:

La repetición de figura, de tamaño, de color, de posición y de direc- ción.

Otros métodos pueden convertirse a su vez en:

a) Submódulos, que son los elementos más pequeños que componen al mo dulo, siempre y cuando sea usado en repetición.

b) Supermódulos, que son varios módulos que forman una figura mayor- cuando es empleada en repetición.

10. Anomalía. Es un concepto que puede presentarse en el uso de los- módulos, y es la aparición de una irregularidad en un diseño que pre- valece regular.

11. Concentración. Este concepto como su nombre lo indica reúne en - ciertas áreas a los diversos elementos (módulos) integrantes del dise- ño.

EL MODULO

CITAS BIBLIOGRAFICAS.

1. P. Morrison, The Modularity of Knowing; p. 12
2. R. Arheim, Review of Proportion; p. 226
3. ibidem.
4. E. Ehrenkrantz; Modular Materials & Design Flexibility; p. 118
5. R. Arheim, op, cit., p. 225
6. C. H. Waddington, The Modular Principle & Biological Form; p. 20
7. ibidem.
8. ibidem.
9. W. Wong, Fundamentos del Diseño Bi y Tridimensional; p. 19

CAPITULO

4**FORMA**OBJETIVOS

El estudio y conocimiento de la forma, referida a todos los contextos, tiene como finalidad didáctica, capacitar al diseñador gráfico en uso y comprensión de las relaciones formales con respecto a su función en el medio ambiente.

La adaptación a su razón de ser, sugeridos por la forma, son elementos que el diseñador gráfico puede captar mediante la observación de las siguientes relaciones:

forma- función, forma- medio ambiente, forma- estructura, en el desarrollo y creación de un motivo gráfico destinado a la comunicación de un mensaje.

La forma es característica de la realidad, definiendo sus cualidades físicas, percibidas por el individuo como un estímulo del medio ambiente que lo rodea. Desde éste punto de vista, se convierte en una imagen * o una sensación* que alude a la forma, en donde toman parte nuestras experiencias vivenciales, nuestros conocimientos y nuestras emociones, para su conocimiento o reconocimiento.

4.1 DEFINICIONES

Ezra, al estudiar el concepto de forma, nos dice que éste puede tomar numerosos significados, dependiendo del autor y/o de la materia que se trate. Robert Williams por su parte afirma que la forma "se refiere al aspecto físico de una entidad".¹

Otras definiciones afirman que la forma es la percepción* de todo elemento en su totalidad, pero esta afirmación nos conduciría a entender la imagen como sinónimo de forma.

A continuación se citan dos teorías de percepción de la forma: la primera considera la percepción como una exploración del objeto combinada con cierta memoria, la llamada 'autocorrelación de la forma' que Wiener ha explicado estadísticamente como 'la conexión entre lo pasado y lo futuro de una forma'. La autocorrelación prevee dos aspectos: "Cuando el fenómeno está desprovisto totalmente de orden en su comportamiento en el futuro y, por lo tanto, no es previsible. Y cuando aparece un fenómeno completamente ordenado, se dice que es indefinidamente previsible".²

La autocorrelación expresa muy bien la ley de la buena forma en la teoría Gestalt, que considera a la forma como un todo indivisible "Se dice que la autocorrelación es la memoria misma de la forma; ésto sólo se enuncia de una manera metafórica, ya que esta memoria debe ser suplida por los receptores. Está en el ojo, en los elementos de la retina, en los canales ópticos, y últimamente en la corteza cerebral que debemos trazar la memoria. Por lo tanto, debemos concebir la forma al nivel del receptor."³

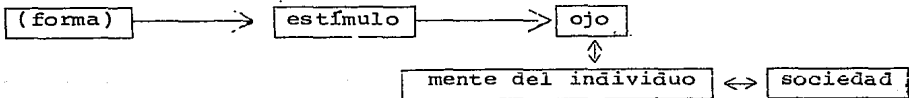
Para entender lo anterior, debemos considerar que la energía radiante constituye la base física de toda percepción visual. Por

lo tanto, la segunda teoría de la percepción sostiene que "el ojo humano tiene el poder de la discriminación espacial; aún una imagen objetiva en la retina que fuese continua se volvería discontinua, ya que se rompería en la retina convirtiéndose en puntos, de acuerdo al número de terminales nerviosas afectadas. Es cierto que un determinado grado de experiencia vivencial nos ayuda a ver las cosas como formas, pero también ha sido demostrado que existen formas las cuales percibimos como tales, aunque no las hayamos visto nunca antes".⁴

En conclusión: la forma ('el conjunto de puntos') depende de la sensibilidad de ajuste del receptor, y la percepción de la forma depende primariamente del ojo.

Restricciones a esta teoría surgen, ya que nuestro ojo no es un tipo de receptor óptico, ni una complicada máquina electrónica, sino un 'aparato' fuertemente influenciado por nuestros conocimientos, nuestros deseos, nuestra afectividad.

Podemos representar la situación por medio del siguiente diagrama:



* Percepción: Es el conocimiento de una sensación por parte de la conciencia. Acto físico de recibir impresiones sensoriales; son los cambios producidos por la estimulación de más de un tipo de receptores cuyos impulsos son transmitidos por varias fibras nerviosas; es un proceso bipolar que implica dos aspectos:

1. Referente a características de los estímulos que actúan en los órganos de los sentidos.
2. Proceso de síntesis: Son las características referentes a la persona que realiza la percepción, su experiencia pasada, sus aptitudes, su impresionabilidad, su personalidad y sus motivos (capacidad selectiva de acuerdo a la edad).

* Imagen: Es la evocación (recuerdo) del estímulo que ha provocado la sensación. Es la representación mental y concreta de un objeto.

material percibido en el pasado y en la actualidad ausente. Sin embargo, un objeto posee una forma de realidad en la conciencia mediante la imagen, es decir una reaparición del estímulo, ya sea visual, auditivo, gustativo, olfativo o táctil.

* Sensación: Es la capacidad para detectar estímulos por medio de los sentidos.

Es un conocimiento en base a imágenes. La sensación es un estado de conciencia sensible que posee un doble aspecto:

- a) Aspecto pasivo o subjetivo; (es el aspecto fisiológico o impresión orgánica) por ejemplo la sensación de hambre, frío, placer o dolor.
- b) Activo u objetivo; (aspecto psicológico o conocimiento - percepción).

La sensación es un proceso psicofisiológico provocado por la excitación de un órgano sensorial.

a) El estímulo; Es captado por los órganos de los sentidos.

Proceso de la
sensación.

b) Fase Fisiológica; transmisión de la sensación al cerebro.

c) Percepción o fase psicológica; es el conocimiento del estímulo que modifica la actitud anímica del individuo, es decir el estado de conciencia.⁵

4.2 LA FORMA EN EL DISEÑO GRAFICO

Los elementos ligados al proceso de la percepción visual tienen estructura, forma, medida, color y textura.

La forma desde el punto de vista del diseño gráfico es todo elemento que pueda ser captado por nuestra percepción, como una figura de tamaño, color, textura y estructura determinados.

La forma puede estar dada como punto, como línea, o como plano.

4.2.1 El Punto; es la unidad más simple de comunicación visual, indica localización pero a su vez contiene energía potencial de expansión y contracción, que activa el área que la circunda. Su forma común es circular, pero puede adoptar el aspecto cuadrangular, triangular, oval, e incluso irregular. Su tamaño es relativo pero generalmente pequeño.

4.2.2 Línea; Es una cadena de puntos unidos entre si en movimiento a lo largo de una determinada trayectoria y en cierta dirección. Tiene dos dimensiones, un ancho estrecho (relativo y variante) y una longitud (indeterminada).

La forma total de una línea puede ser descrita como:

4.2.2.1 Línea recta. Establece una estabilidad de fuerza y de energía (paralelas, perpendiculares).

- paralelas; de la misma longitud y grosor introducen una relación proporcional y un intervalo rítmico.

- perpendiculares; introducen el principio de balance entre tensiones opuestas.

- diagonales; introducen un poderoso impulso direccional, un dinamismo sostenido en suspensión balanceada.

4.2.2.2 Curva.

4.2.2.3 Quebrada.

4.2.2.4 Irregular.

4.2.3 El plano; es una asociación de líneas relacionadas entre sí.

Las figuras planas fundamentales son: el cuadrado, el triángulo y el círculo.⁶

4.2.3.1 LA FORMA COMO PLANO

Las formas planas pueden ser clasificadas en dos grupos:

- 4.2.3.1.1 Formas planas geométricas; todos los cuerpos geométricos.
- 4.2.3.1.2 Formas planas orgánicas; representadas por las formas planas naturales.

4.2.3.1.1 Las Formas Planas Geométricas.

Son todas aquellas formas construidas en base a reglas matemáticas.

Empezaremos por hablar de:

4.2.3.1.1.1 Los Polígonos.

"Es el conjunto formado por 'n' puntos situados en el mismo plano, de tal manera que ninguna recta pase por más de dos de ellos y que todas las líneas que los une de dos en dos cierren el espacio y contengan - 'n' vértices, así $\frac{n(n-1)}{2}$ lados"⁷

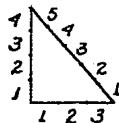
Los polígonos cuyos ángulos en el vértice y lados son iguales, se llaman regulares y son inscriptibles en una circunferencia. Los polígonos regulares a tratar son:

El triángulo, el cuadrado, el pentágono, el hexágono, el octágono, el rectángulo y el círculo.

4.2.3.1.1.1.1 El Triángulo Rectángulo.

Entre los triángulos rectángulos se anuncian a continuación los de mayor importancia por sus características:

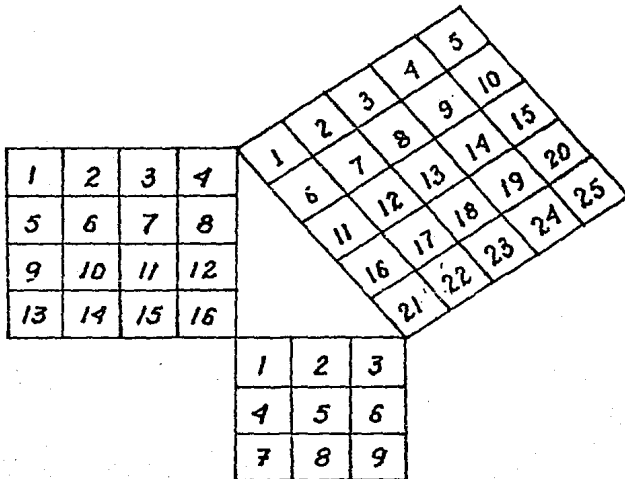
4.2.3.1.1.1.1.1 El triángulo rectángulo egipcio o triángulo de Pitágoras, llamado así por tener un ángulo recto y tener los lados proporcionales a los números tres, cuatro y cinco, (figura 2) y es el único triángulo cuyos lados forman una serie aritmética.



Este triángulo cuyos tres lados son proporcionales a números enteros y cuya importancia radica en el enunciado de un teorema llamado de Pitágoras en donde el cuadrado de la hipotenusa es igual a la suma de los cuadrados de los catetos. Se representa de la siguiente manera:

$$A^2 + B^2 = C^2; \quad C = \sqrt{A^2 + B^2}$$

Tiene gran importancia en geometría pues permite calcular el valor de un lado del triángulo rectángulo conociendo los otros dos.

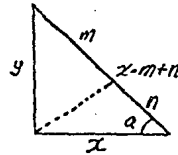


4.2.3.1.1.1.1.2 El triángulo rectángulo egipcio presentado por Price-cuyas propiedades se describren matemáticamente a continuación: (figura 3).

$$\frac{z}{y} = \frac{Y}{x} = \sqrt{\phi} = 1.272\dots$$

$$\frac{z}{x} = \frac{m}{n} = \phi = 1.618\dots$$

$$a = 51^\circ 49' 38''$$



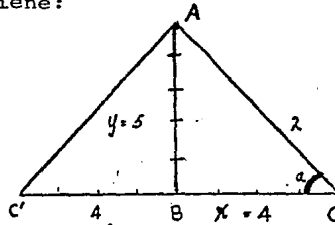
Este triángulo es el único que forma una progresión geométrica.

4.2.3.1.1.1.1.3 En el triángulo rectángulo ABC, presentado también -- por Viollet-le-Duc (figura 4) se tiene:

$$\frac{Y}{x} = 1.250$$

$$\frac{z}{x} = 1.601 \dots$$

$$a = 51^\circ 20' 24''$$



La unión de dos triángulos rectángulos de éste tipo forman un triángulo isósceles.

Este triángulo rectángulo tiene características bastante análogas al precedente, y forma el triángulo isósceles ACC', (figura 5) doblando el triángulo rectángulo sobre sí mismo, este puede considerarse encuadrado en un rectángulo cuyo módulo es igual es $\frac{8}{5} = 1.6$

y que forma parte de la serie de acordes mayores de Zeysing y las --- aproximaciones de 'O' que resultan de la serie de Fibonacci.⁸

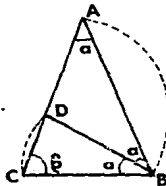
4.2.3.1.1.1.4 El Triángulo Isósceles.

Es una figura geométrica bidimensional cerrada con dos lados y dos --
ángulos iguales, el tercer lado es la base.

Por sus propiedades más relevantes se describen a continuación dos --
tipos de triángulos isósceles.

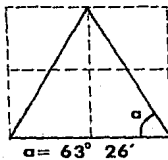
4.2.3.1.1.1.4.1 El triángulo isósceles o triángulo pentalfa (estudia-
do por los Pitagóricos) es un elemento del pentágono estrellado y ---
del decágono regular.

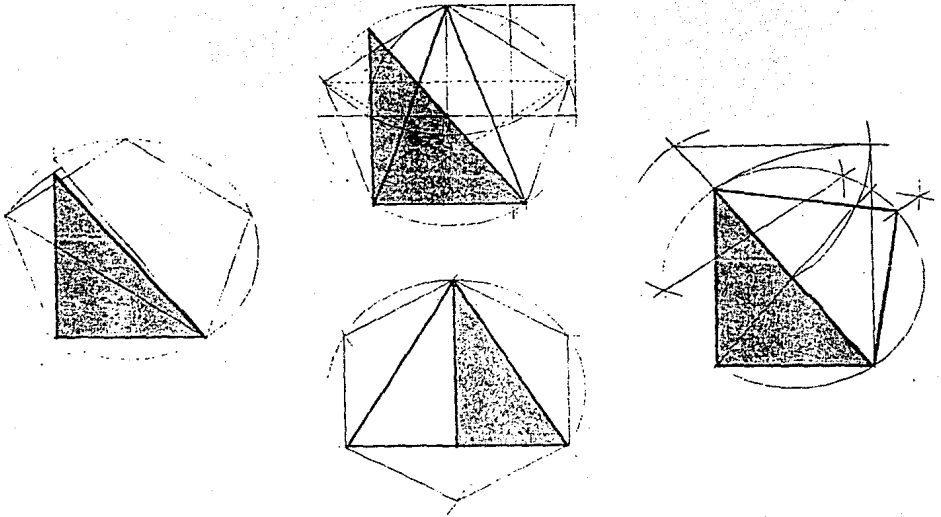
Este triángulo tiene como características especiales el de tener un--
ángulo en el vértice que mide 36° y el ángulo de la base es el doble
del ángulo en el vértice (figura 5). Si la suma de sus ángulos es ---
igual a 180° resulta que si este triángulo tiene como vértice el cen-
tro de un círculo cuyo radio 'r' sea igual al lado mayor, la base ---
(lado menor) será igual al lado 'p' del decágono regular, inscrito --
en este círculo. En el triángulo considerado tenemos pues: $\frac{AC}{CB} = \phi$



Este es el único triángulo isósceles que goza de esta propiedad, es -
decir, tener una progresión o 'número dorado' creciente o decreciente

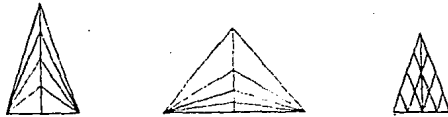
4.2.3.1.1.1.4.2 El triángulo isósceles cuya altura es igual a la base
(figura 6) comparte también la sección áurea, pues en función de la -
base 'a' el lado es igual a: $\frac{a}{2} \sqrt{5} = \frac{a}{2} (2\phi - 1)$



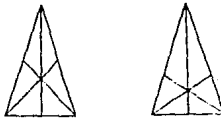


4.2.3.1.1.1.2.3 Particiones del Triángulo Isósceles.

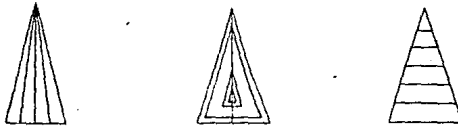
4.2.3.1.1.1.2.3.1 Las líneas que dividen al triángulo isósceles se -
obtienen bisectándolo a diferentes grados.



4.2.3.1.1.1.2.3.2 Triángulo Isósceles dividido por mediatrices.



4.2.3.1.1.1.2.3.3 Triángulo Isósceles dividido por paralelas.



4.2.3.1.1.1.2.3.4 Deformaciones en los lados.

El triángulo isósceles puede estar dividido por diferentes radios que parten del centro hacia los lados de la figura; este mismo triángulo puede estar deformado si se redondean sus lados y sus vértices lo cual nos dá la impresión de la hoja de una planta.



4.2.3.1.1.1.2.3.4.1 Un triángulo Isósceles puede convertir sus lados en cóncavos.



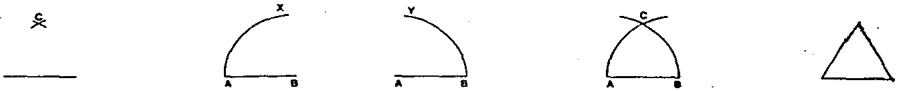
4.2.3.1.1.1.2.3.4.2 El triángulo isósceles puede también deformar sus lados convirtiéndolos en convexos



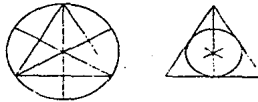
4.2.3.1.1.1.3. Triángulo Equilátero

Es una figura geométrica bidimensional cerrada, con tres ángulos y tres lados iguales.

4.2.3.1.1.1.3.1 Construcción del triángulo equilátero.



4.2.3.1.1.1.3.2 Un triángulo equilátero puede estar inscrito en un círculo y viceversa.



4.2.3.1.1.1.3.3 Posiciones del triángulo equilátero.



4.2.3.1.1.1.3.4 División del triángulo equilátero.

4.2.3.1.1.1.3.4.1 El triángulo equilátero puede estar dividido por triángulos interiores concéntricos.



4.2.3.1.1.1.3.4.2 Un triángulo equilátero puede estar dividido en dos partes simétricamente iguales por una mediatriz, dando como resultado dos triángulos rectángulos.

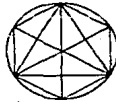


4.2.3.1.1.1.3.4.3 Un triángulo equilátero puede estar dividido en seis triángulos iguales mediante la bisección de líneas rectas que se intersectan en el centro de la figura.

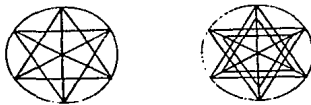


4.2.3.1.1.1.3.4.4 Triángulos equiláteros estrellados.

4.2.3.1.1.1.3.4.4.1 Se forman por un hexágono regular que contiene doce triángulos rectángulos iguales.



4.2.3.1.1.1.3.4.4.2 Los vértices del hexágono estrellado que se forma dentro de la circunferencia contiene seis triángulos equiláteros iguales cuyas bases forman el hexágono regular en el centro de cada una de las respectivas figuras.



4.2.3.1.1.1.3.4.5 Dibujando mediatrices desde un punto medio de cada uno de los lados de un triángulo siempre que el punto sea común en la intersección, se forman tres partes iguales que son simétricas dos a dos e inscritas en el triángulo equilátero.



4.2.3.1.1.1.3.4.6 Dibujando mediatrices desde el punto medio de cada lado de un triángulo equilátero, hasta llevar estas líneas a interceptarse en un centro común, en la parte media de la figura, se formarán así tres partes iguales que son simétricas dos a dos.



4.2.3.1.1.1.3.4.7 Dibujando mediatrices desde los vértices del triángulo equilátero, con un punto común de intersección, se obtienen tres triángulos isósceles iguales que son simétricos dos a dos.



4.2.3.1.1.1.3.4.8 El triángulo equilátero puede estar dividido por líneas que parten de los vértices hacia el centro de la figura en donde se intersecan con una línea vertical imaginaria la cual divide al triángulo en dos partes iguales o seis triángulos iguales.



4.2.3.1.1.1.3.5 Deformaciones en los bordes.

4.2.3.1.1.1.3.5.1 Triángulo convexo curvilíneo.



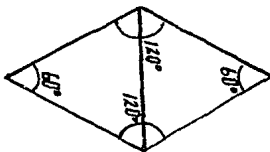
4.2.3.1.1.1.3.5.2 Triángulo equilátero cóncavo curvilíneo.



4.2.3.1.1.1.3.5.3 Triángulo equilátero convexo con vértices redondeados.



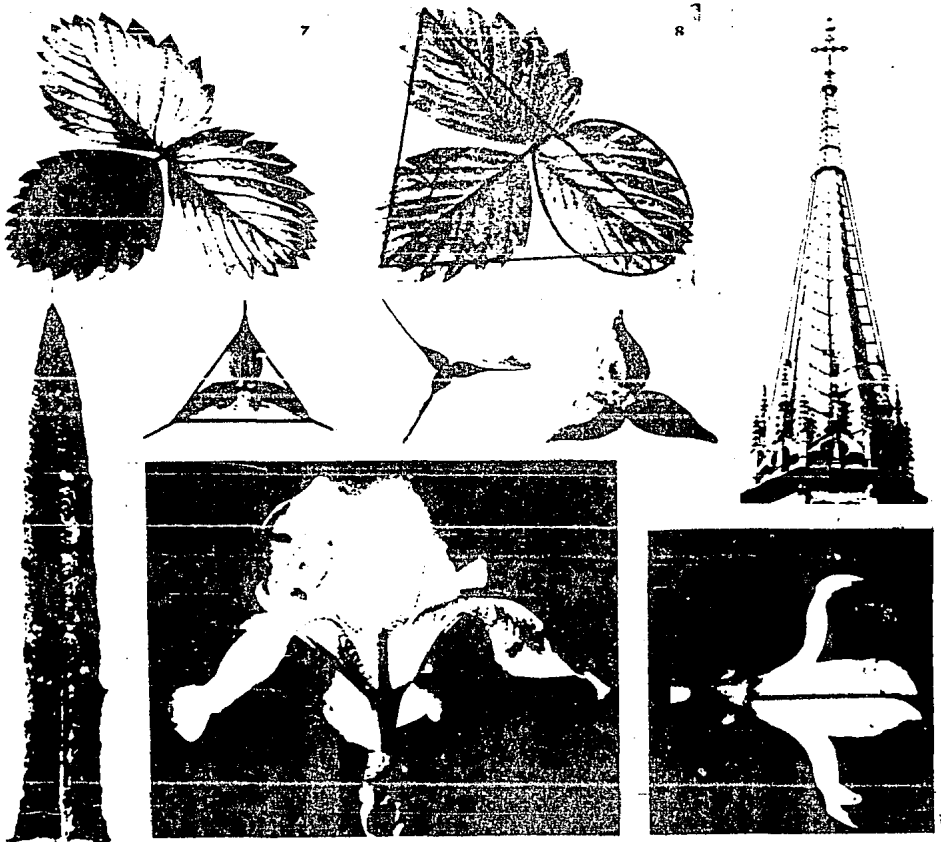
4.2.3.1.1.1.4 Rombo. La unión de dos triángulos equiláteros dan como resultado un rombo, que sin ser un polígono regular (no es inscriptible en una circunferencia), interviene como elemento de superficie de ciertos poliedros semiregulares.



Algunos ejemplos botánicos en donde interviene el triángulo equilátero:

En la figura 7 y 8 se muestran las hojas de un arbusto de fresa dichas hojas son trifoleadas simétricamente dispuestas y encajan perfectamente dentro de un triángulo equilátero, uniendo los puntos más lejanos con los tres nervios principales de dichas hojas.

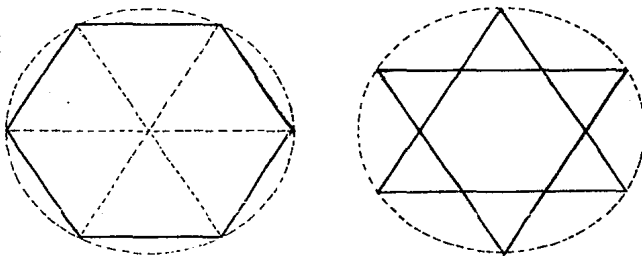
Otros ejemplos en donde pueden ser dibujados imaginariamente triángulos.



4.2.3.1.1.2 Hexágono.

El hexágono se forma o descompone con/o en seis triángulos equiláteros iguales. Es un polígono regular con la propiedad única de tener el lado igual al radio del círculo circunscrito. Tal propiedad confiere a la red hexagonal en el plano la particularidad de ser perfectamente isótropa. Las distancias de cualquiera de los puntos de la red a los seis puntos que la rodean son iguales entre sí y forman ángulos iguales con las direcciones adyacentes.

El hexágono estrellado o hexagrama, ésta formado por dos triángulos equiláteros, uno de ellos invertido e inscritos en un círculo. (Figura 9)



4.2.3.1.1.3 El cuadrado.

El cuadrado es una figura bidimensional geométrica cerrada, cuyos cuatro lados son iguales y sus cuatro ángulos son rectos.

4.2.3.1.1.3.1 División del cuadrado.

Las líneas que dividen a el cuadrado reforzando su carácter pueden ser:

4.2.3.1.1.3.1.1.1 Una línea diagonal siendo ésta la que divide al cuadrado en dos triángulos rectángulos simétricos.



4.2.3.1.1.3.1.2 Dos líneas diagonales; siendo éstas ejes de simetría que dividen al cuadrado en cuatro triángulos, rectángulos, isósceles que son diametralmente opuestos en su ápice.



4.2.3.1.1.3.1.3 Una mediatriz (un cuadrado posee dos mediatrices); Una mediatriz es un eje de simetría que divide al cuadrado en dos rectángulos iguales, cada uno de los cuales es dos veces tan largo como lo es su ancho.



4.2.3.1.1.3.1.4 La otra mediatriz (la vertical).



4.2.3.1.1.3.1.5 Dos ejes de simetría que dividen al cuadrado en cuatro cuadrados iguales.



4.2.3.1.1.3.1.6 Dos ejes de simetría más dos diagonales; dividen al cuadrado en ocho triángulos isósceles rectos iguales, que son diametralmente opuestos y simétricos dos a dos, en relación a cada una de las mediatrices y las diagonales.



4.2.3.1.1.3.1.7 Por líneas paralelas que son simétricas a las diagonales.



4.2.3.1.1.3.1.8 Por dos medias diagonales que se interceptan en un centro con otra media diagonal.



4.2.3.1.1.3.1.9 Por líneas paralelas a los lados interceptándose para formar un cuadrado central y cuatro en cada una de las esquinas.



4.2.3.1.1.3.1.10 Por líneas paralelas simétricas verticales u horizontales.



4.2.3.1.1.3.1.11 Por líneas paralelas a las diagonales que se intersecan para formar un cuadrado central.

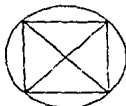


4.2.3.1.1.3.2 Figuras inscriptibles en un cuadrado.

4.2.3.1.1.3.2.1 Un círculo puede estar inscrito en un cuadrado dividido en secciones simétricas iguales, y su punto medio será el centro del círculo.



4.2.3.1.1.3.2.2 Un cuadrado puede estar inscrito en un círculo cuyo diámetro está dado por las diagonales que dividen al cuadrado.



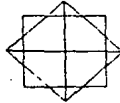
4.2.3.1.1.3.2.3 Cuadrados inscritos dentro de un cuadrado compartiendo un centro común.



4.2.3.1.1.3.2.4 Por un cuadrado formado por la unión de dos a dos de los puntos medios de sus lados.



4.2.3.1.1.3.2.5 Dos cuadrados iguales con un mismo centro uno de los cuales ha rotado 45° en relación al otro.



4.2.3.1.1.3.3 Deformaciones de los bordes.

4.2.3.1.1.3.3.1 Cuadrado de lados cóncavos.



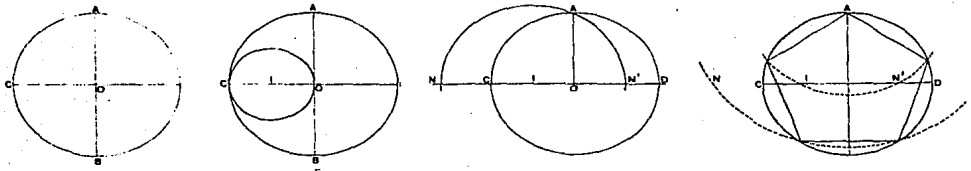
4.2.3.1.1.3.3.2 Cuadrado de lados convexos.



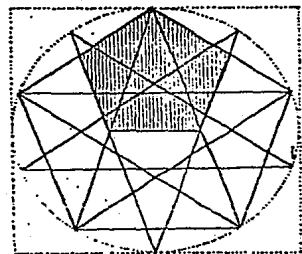
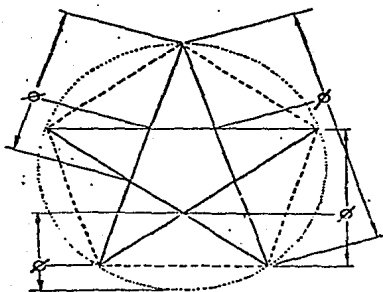
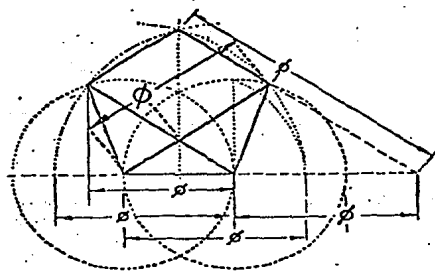
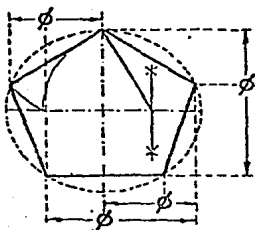
4.2.3.1.1.4 El pentágono.

El pentágono regular es un polígono con cinco lados y cinco ángulos iguales que posee características algebraicas peculiares, ya que casi todas las relaciones naturales de su forma, medidas y trazas, están en sección áurea. Todas las figuras que surgen, inscriben o circunscriben al pentágono (círculo, rectángulo o cuadrado) tiene las mismas propiedades.

4.2.3.1.1.4.1 Construcción del pentágono.



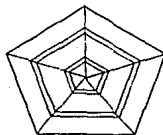
4.2.3.1.1.4.1.1 Proporciones áreas del pentágono, análisis de su construcción.



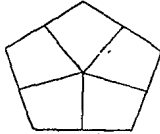
4.2.3.1.1.4.2 División del pentágono.

Las principales divisiones del pentágono regular son:

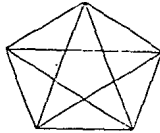
4.2.3.1.1.4.2.1 Líneas paralelas a sus lados.



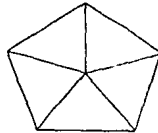
4.2.3.1.1.4.2.2 Las apotemas perpendiculares tiradas desde el centro del pentágono regular a cada uno de sus lados.



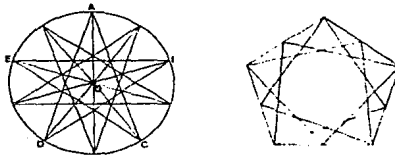
4.2.3.1.1.4.2.3 Líneas que unen el centro con los ápices.



4.2.3.1.1.4.2.4 Tres líneas que unen los apices dos a dos.

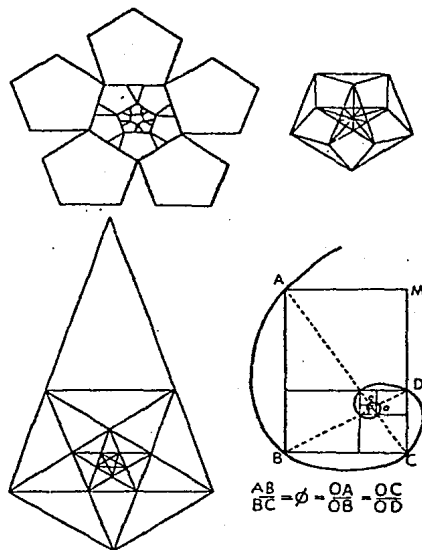


4.2.3.1.1.4.3 El pentágono estrellado.



4.2.3.1.1.4.4 El Pentágono y su derivado en la naturaleza.

Se ha observado en el estudio morfológico de los seres vivos en especial en las plantas una preferencia por la forma pentagonal. Las razones del predominio de la simetría pentagonal en la naturaleza es que está íntimamente emparentada con la sección áurea y por consiguiente, con la sucesión de Fibonacci. (Figura 10).

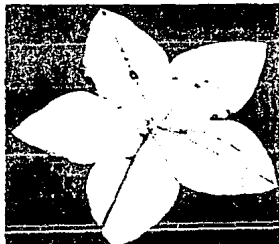
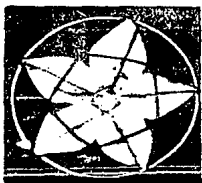


Lo mismo que ciertos tejidos vivos pueden producir configuraciones estáticas de simetría hexágona (lámina 1) o espiral la sección áurea y la simetría que se deriva de ella son monopolio absoluto de crecimiento vivo. En la lámina 2 se muestran trazados geométricos abstractos derivados del pentágono.

La naturaleza provee numerosos ejemplos de formas pentagonales cualquier forma contenida dentro de un pentágono y que éste esté en referencia con sus cinco vértices, cinco radios y su centro. Muestra de ello son los que nos brinda la naturaleza:

Entre las flores de cinco pétalos podemos mencionar la flor de loto, el clavel, el geranio, dentro del género de la rosa se citan las flores del peral, el manzano, la fresa. Ejemplos derivados de la simetría pentagonal y cuyos pétalos están basados en múltiplos de cinco.

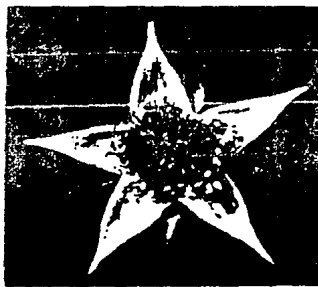
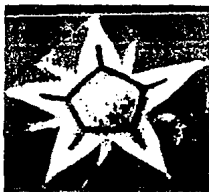
La Figura 11 de una flor de cinco pétalos simétricos cuyos lados son convexos.



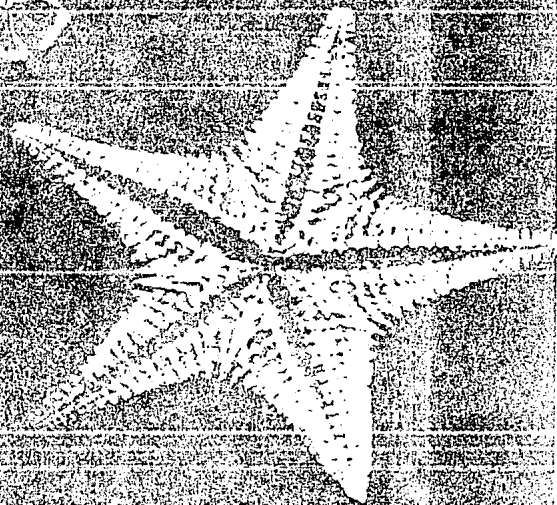
La Figura 12 muestra una hoja contenida en un pentágono.



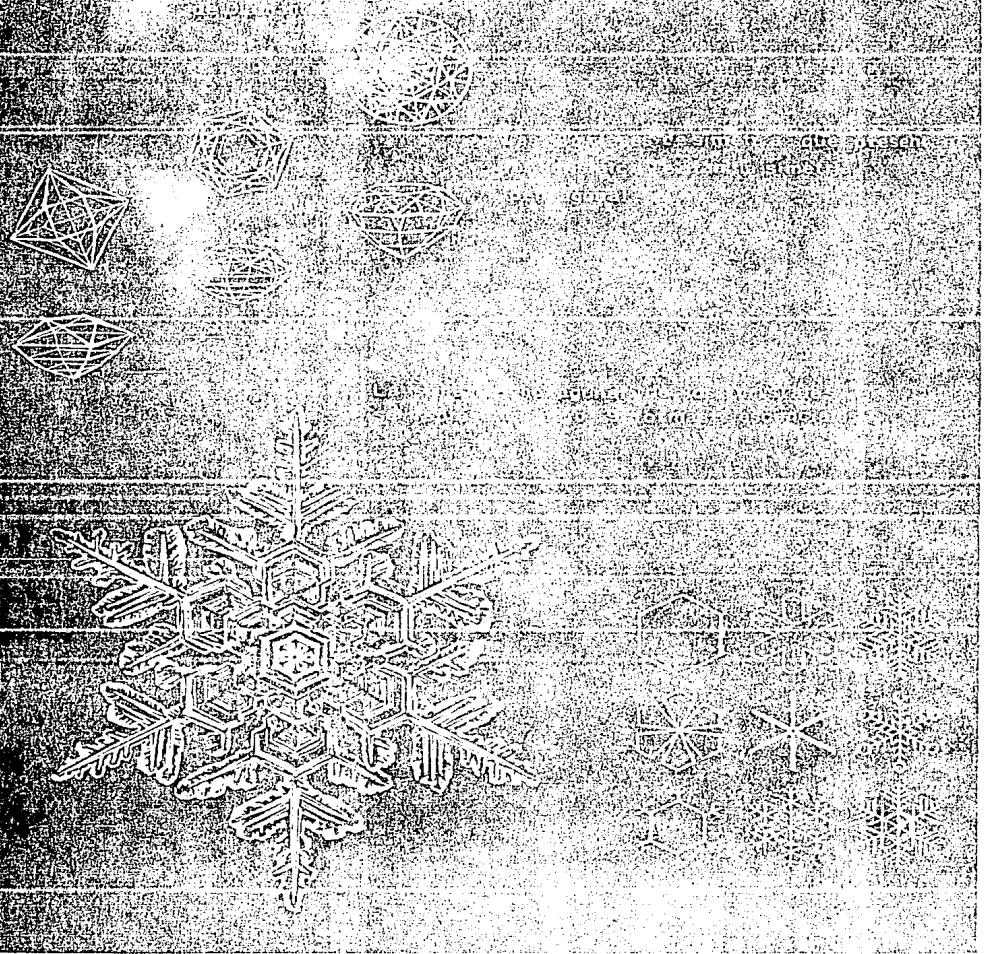
Ejemplos de flores inscritas en un pentágono estrellado.



Simetrija - Pentagona



CRYSTAL FORMS OF ICE AND SNOW



4.2.3.1.1.5 El Rectángulo.

Es una figura geométrica bidimensional, que tiene sus ángulos iguales y sus lados opuestos dos a dos iguales.

4.2.3.1.1.5.1 División del Rectángulo.

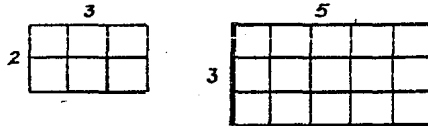
El rectángulo puede dividirse por medio de diagonales, mediatrices, - líneas paralelas, a sus lados, y rectángulos concéntricos inscritos - en uno sólo. Debido a que el rectángulo y el cuadrado comparten ciertas características, está por demás hacer la descripción de cada uno de ellos.

4.2.3.1.1.5.2 El Rectángulo en relación con la Proporción Aurea.

El rectángulo tiene como característica particular su relación con la sección áurea, que lo provee con un canon de proporciones basadas en un sistema de áreas relacionadas, de tal forma que, puedan expresarse algebraicamente como $a:b = b:(a+b)$.

Si se substituye ésta expresión con valores numéricos, tales que éstos sean enteros (1,2,3, ...) habremos obtenido entonces un grupo de figuras geométricas llamadas 'rectángulos estáticos'.

La figura 13 muestra ejemplos de éstos:

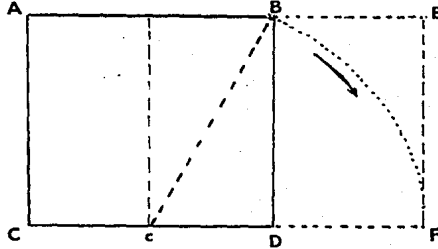


4.2.3.1.1.5.2.1 Construcción del Rectángulo Aureo.

Antes de entrar en detalle, debemos observar que una variedad extensa de combinaciones geométricas están basadas en el cuadrado, ya que juega un importante lugar en la división del espacio. El cuadrado representa una división natural del rectángulo áureo, provee la base para el rectángulo de raíz dos, y es un elemento fundamental en el sistema de crecimiento llamado 'tatami' o cuadrado doble.

Ahora bien, la construcción del rectángulo áureo se da como ya lo dijimos antes, teniendo como figura base un cuadrado dígame A, B, C, D al cual se le bisecta por medio de una diagonal que parte del centro 'c', de uno de sus lados, con ésta media se genera un arco a partir -

del punto B, de tal forma que se interseque con la prolongación de la línea C, D, en un punto F del cual se traza una perpendicular en ángulo recto para obtener un rectángulo áureo (A,E,C,F) gráficamente representado así:

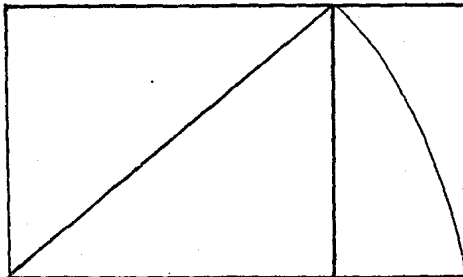


4.2.3.1.1.5.2.2 Los Rectángulos Dinámicos.

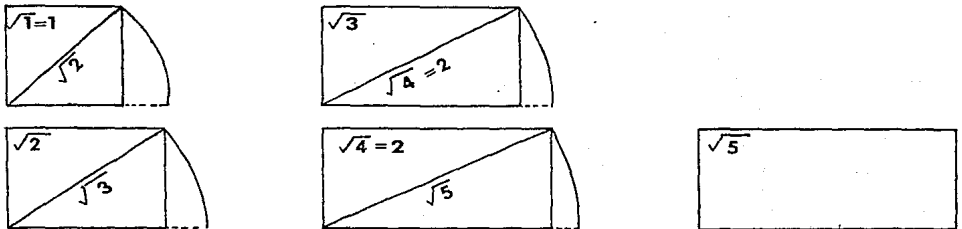
En el siglo XII, Jay Hambidge con el objeto de reestablecer la sección áurea como elemento de diseño, descubre la relación que existe entre la proporción áurea y la espiral logarítmica.

Sus estudios al respecto ponen especial interés en la diagonal de un rectángulo, que al unirse con una perpendicular que parte de una de las esquinas de éste, crea una subdivisión 'armónica' (a la cual se le da el nombre de simetría dinámica) y desarrolla un grupo de figuras geométricas llamadas 'rectángulos dinámicos', los cuales se basan en la proyección del rectángulo raíz de dos.

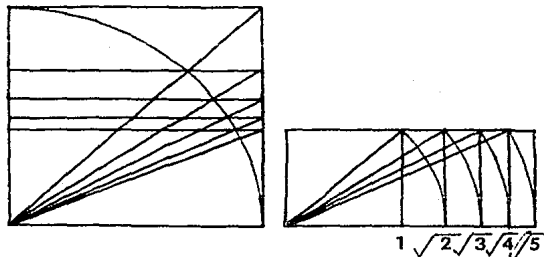
La figura 14 demuestra que el rectángulo raíz de dos se deriva de la extensión de un cuadrado a través del arco que genera su diagonal.



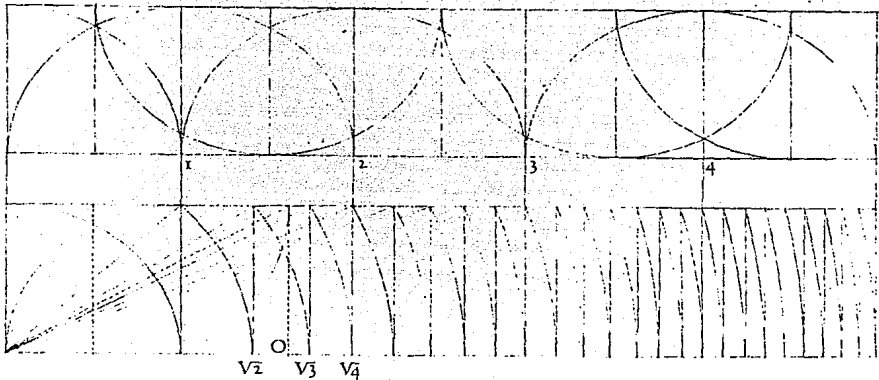
La figura 15 muestra los rectángulos dinámicos cuyos valores numéricos son números irracionales, y su forma geométrica se deriva de los mismos principios de proyección del rectángulo raíz de dos.



A continuación se muestran los rectángulos dinámicos reunidos en un mismo diagrama, en la figura de la izquierda se tiene como lado común el horizontal; y en el rectángulo de la derecha el lado común es el vertical.¹¹



La figura 16 muestra el cuadrado de módulo 1 y el doble cuadrado cuyo valor modular es $2\sqrt{4}$; éstos pertenecen tanto a la serie de rectángulos estáticos como a los dinámicos. Como el módulo de un rectángulo basta para determinar su forma, se supone, en general, que el lado menor es igual a la unidad; el mayor será entonces numéricamente igual al módulo.¹²



4.2.4.3.1.1.6 El Círculo.

Es la forma geométrica bidimensional más simple y pura, está delimitada sólo por una línea cerrada llamada circunferencia, cuyos puntos son equidistantes a un punto llamado centro. Todos sus radios son de igual longitud.

El círculo tiende a crear la sensación de movimiento rotatorio con respecto a un centro, esto implica el balance del radio y la superficie que delimita. A esta cualidad del círculo se le llama radiación (para mayor referencia ver este tema en el capítulo de técnicas de representación gráfica), que concentra la atención del espectador en el interior de la figura.

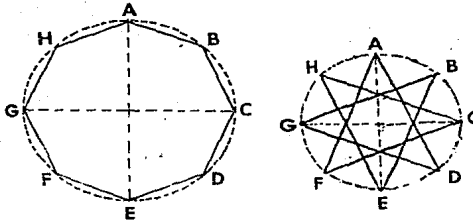
4.2.3.1.1.7 El Octágono.

Es estructuralmente una ampliación del cuadrado por el desdoblamiento de sus lados, similarmente el hexágono lo es del triángulo equilátero por el mismo procedimiento.

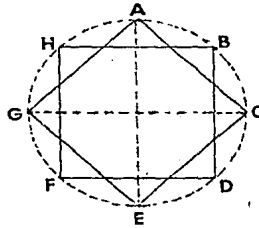
4.2.3.1.1.7.1 Construcción del Octágono.

Uniendo los ocho puntos equidistantes A,B,C,D,E,F,G,H en una circunferencia se obtiene un octágono regular, y un octágono estrellado. (fi-

gura 17 a y b).



4.2.3.1.1.7.1 El Octágono Estrellado. Este también puede ser construido por medio de dos cuadrados iguales con un centro en común, uno de los cuales ha rotado 45° en relación al otro.



Los polígonos de un número de lados superior a diez no ofrecen interés desde el punto de vista gráfico del tema de la tesis.

4.2.3.1.2 LA FORMA PLANA NATURAL U ORGANICA.

Toda forma viviente tiene su origen en un diminuto núcleo ('la célula' el polen, o el conjunto de células 'la semilla') que se desarrolla mediante un proceso de desarrollo (ver anexo de botánica en 'el polen'). Una forma natural puede crecer en una dirección más que en otra, en diferentes y variadas proporciones al mismo tiempo. (ver magnitud y forma en el capítulo de Unidad y Medida).

La vida de un organismo se desarrolla en todas direcciones simultáneamente. Pero el carácter de una forma orgánica está definido por las líneas de fuerza que dominan todas las demás características. El carácter de una forma se revela por la relación de sus dimensiones, su disposición en el espacio y los puntos críticos de cambio en sus contor--

nos.

El campo de estudio que se dedica a explorar la forma natural funcional, se basa en investigaciones de artistas de épocas pasadas que se dedicaban a observar la anatomía y arquitectura de las formas naturales.

Hoy en día el interés por descubrir la estructura interna de éstas -- formas, contribuye con el hombre para encontrar la lógica funcional -- de las máquinas y las figuras creadas por éste, en donde no sólo es -- el sentido estructural lo que importa sino también el poderío de la -- inversión formal del diseño es estimulado.

Por lo que podemos decir que en el siglo XX la construcción formal -- funcional es paralela a las ciencias que se dedican a descubrir la me cánica estructural y funcional que rige todas las formas tanto natura les como artificiales. (ver capítulo de estructura y/o biónica)

Dentro del campo del diseño gráfico el sentido estructural y formal -- también ha inquietado el pensamiento de hombres como Kandinsky y Mondrian.

Kandinsky plantea el análisis de la forma natural en términos de líneas de fuerza internas o direcciones axiales. Este proceso tiene como objetivo eliminar los detalles formales para que puedan ser descubiertos los movimientos direccionales de la forma.

Mondrian plantea la representación en términos geométricos equivalentes a los principios estructurales o leyes de crecimiento y armonía -- de la forma.¹³

RESUMEN:

LA FORMA

1. La forma es percibida por el individuo como un estímulo del medio ambiente, convirtiéndose en una imagen que alude a la forma, característica de la realidad. En donde toman parte nuestras experiencias vivenciales, nuestros conocimientos, nuestras emociones y nuestra impresionabilidad.

- a) La forma puede tomar numerosos significados de acuerdo al autor o la materia que se trate. (Ezra)
 - b) La forma se refiere al aspecto físico de una entidad. (R. Williams)
 - c) Teorías de la percepción de la forma:
 - La autocorrelación de la forma es la conexión entre lo pasado y lo futuro de una forma, es decir, su memoria metafóricamente hablando, ya que ésta deberá ser concebida al nivel del receptor, en sus ojos y cerebro. (Wiener)
 - El ojo humano tiene la capacidad de discriminación selectiva de acuerdo al grado de experiencia vivencial del sujeto la cual hace que el 'conjunto de puntos' que proyecta el ojo al cerebro se transformen en una forma (imagen) percibida de acuerdo a la sensibilidad de ajuste del receptor.
- Las restricciones a esta teoría residen en que el receptor óptico humano es un 'aparato' fuertemente influenciado por nuestros conocimientos, deseos, afectividad, en breve, por toda nuestra personalidad.

Podemos representar esquemáticamente lo anterior así:

(forma)	estímulo	ojo	
		mente humana	sociedad

La Forma en el Diseño Gráfico.

2. La forma dentro del diseño gráfico son los elementos ligados al proceso de la percepción visual, los cuales poseen una figura de tamaño, color, textura y estructura determinados.

La forma se puede dar como:

A. Punto. B. Línea. C. Plano.

Las Formas Geométricas Planas.

3. Son aquellas construidas en base a reglas geométricas y matemáticas.

I. Los polígonos.

Es el conjunto formado por puntos situados en el mismo, plano de tal manera que las rectas que los unen de dos en dos cierren el espacio y contengan 'n' vértices, así: $\frac{n(n-1)}{2}$ lados.

Los polígonos regulares son aquellos cuyos ángulos en el vértice y la dos son iguales:

a) El triángulo, b) el hexágono, c) el cuadrado, d) el pentágono/ el decágono, e) el rectángulo, f) el círculo, g) el octágono.

a) El Triángulo.

- El triángulo rectángulo posee un ángulo recto y sus lados son proporcionales a los números 3, 4 y 5. Es el único que forma una serie aritmética.

Su importancia radica en el enunciado de un teorema el de Pitágoras cuya fórmula es: $A^2 + B^2 = C^2$; $C = \sqrt{A^2 + B^2}$ por medio del cual es posible calcular el valor de un lado del triángulo conociendo los otros dos.

- Triángulos Rectángulos Egipcios.

1° Presentado por Price, es el único triángulo que forma una progresión geométrica y se obtiene como resultado el número áureo.

2° Presentado por Viollet-le-Duc, de donde se obtiene una aproximación al número y ángulo áureo, y forma parte de la serie de Zeysing, y en donde se encuentra un triángulo isósceles formado por dos de estos triángulos reunidos.

- El Triángulo Isósceles.

Es una figura geométrica bidimensional cerrada, con dos lados y dos ángulos iguales; el tercer lado es la base.

El triángulo isósceles forma parte del pentágono estrellado y del decágono regular.

El triángulo isósceles puede estar dividido por líneas a diferentes grados, por mediatrices, paralelas, o bien modificar --

sus lados haciéndolos cóncavos o convexos.

Este puede estar también radiado por líneas semejantes a las nervaduras de la hoja de una planta.

El triángulo isósceles tal que el ángulo de la base sea el doble del ángulo en el vértice, tiene como característica una progresión creciente o decreciente en base al número de oro.

- El Triángulo Equilátero.

Es una figura geométrica bidimensional cerrada, con tres ángulos y tres lados iguales.

El triángulo equilátero puede estar inscrito en un círculo y viceversa; puede variar de posición, tener varios triángulos equiláteros concéntricos; estar dividido simétricamente en partes iguales por líneas rectas; estar dividido por mediatrices, ya sea desde su punto medio o desde los vértices; deformar sus lados haciéndolos cóncavos o convexos y curvilíneos; tener sus vértices redondeados.

Una característica particular del triángulo equilátero es que al unir dos de ellos se forma un rombo regular.

b) El Hexágono.

Puede descomponerse en seis triángulos equiláteros iguales. Tiene la propiedad única entre los polígonos regulares, de ser su lado igual al radio del círculo circunscrito, que dentro de una red de puntos le confiere la particularidad de ser perfectamente isótropa.

c) El Cuadrado.

Es una figura bidimensional geométrica, cerrada, cuyos cuatro lados son iguales y sus cuatro ángulos son rectos. El cuadrado puede estar dividido por diagonales, por mediatrices, por ejes de simetría o por diagonales o por diagonales y ejes de simetría. Puede estar inscrito en un círculo o viceversa. Puede tener inscritos varios cuadrados, dividirse por líneas paralelas, inscribir un cuadrado formado por paralelas unidas a los puntos medios de sus lados, estar dividido por dos medias diagonales, estar dividido por líneas paralelas a los lados e intersectadas para formar cuadrados en las esquinas, estar dividido por líneas paralelas si

métricas verticales u horizontales, estar dividido por paralelas a las diagonales intersectadas para formar un cuadrado central. Puede tener lados concavos o convexos.

d) El Pentágono.

Es una figura geométrica bidimensional cerrada que tiene cinco lados y cinco ángulos iguales. Posee características algebraicas -- peculiares, ya que casi todas las relaciones naturales de su forma, medidas y trazas están en sección áurea, y las figuras que -- surgen, se inscriben o circunscriben, comparten las mismas propiedades.

El pentágono puede dividirse por líneas paralelas a sus lados, -- por sus apotemas, por cuatro líneas que se unen en el centro con los ápices; por tres líneas que unen los ápices dos a dos.

e) El Rectángulo.

Es una figura geométrica bidimensional, que tiene sus ángulos --- iguales y sus lados opuestos dos a dos iguales.

El rectángulo puede dividirse por medio de diagonales, mediatrices, líneas paralelas, a sus lados, y por rectángulos concéntricos inscritos en uno sólo.

El rectángulo tiene como característica particular su relación -- con la sección áurea, que lo provee con un canon de proporciones basadas en un sistema de áreas relacionadas, de donde se obtienen un grupo de figuras geométricas llamadas 'rectángulos estáticos'. La construcción del rectángulo áureo se basa en el cuadrado, figura importante ya que en ella se fundamentan el rectángulo raíz de dos, a partir del cual se obtiene un grupo de figuras geométricas llamadas 'rectángulos dinámicos'.

f) El Círculo.

Es una figura bidimensional, limitada por una línea cerrada llamada circunferencia, cuyos puntos equidistantes a uno sólo llamado centro, de donde pueden partir todos sus radios que son de igual longitud.

e) El Octágono.

Estructuralmente es una ampliación del cuadrado por el desdoblamiento de sus lados.

Las Formas Planas Orgánicas o Naturales.

4. Las formas naturales tienen como característica el desarrollo, y crecimiento en todas direcciones simultáneamente. Pero el carácter de una forma orgánica está definido por las líneas de fuerza que dominan todas las demás características.

La repetición es una particularidad esencial de la naturaleza, ya -- que salvaguarda los elementos que integran el todo, y a su vez con -- otras formas naturales para ocupar el espacio preciso asignado para -- cada espécimen, para proporcionarse igual beneficio en cuanto a los -- requerimientos primordiales de supervivencia.

El carácter de una forma natural se revela por la relación de sus dimensiones, su disposición en el espacio y los puntos críticos de cambio en sus contornos.

A partir de esta afirmación observamos que a través de diversas ciencias se descubre la mecánica estructural y funcional que rige todas -- las formas tanto naturales como artificiales.

LA FORMA

CITAS BIBLIOGRAFICAS.

1. R. Williams, The Geometrical Foundation of Natural Structure;
p. 5
2. E. Ehrenkrantz, Modular Materials & Design Flexibility; p. 209
3. ibidem.
4. ibid., p.210
5. M. S. Vargas, Tratado de Psicología; pp. 175 - 178
6. W. Wong, Fundamentos del Diseño Bi y Tridimensional; pp. 13, 14
7. M. Ghyka, Estética de las Proporciones en la Naturaleza y en las -
Artes; p. 59
8. ibid., pp. 63 - 67
9. ibid., pp. 67, 68
10. ibid., p. 69
11. ibid., p. 156
12. ibid., p. 157
13. M. de Sausmarez, Basic Design: The Dynamics of Visual Form; p. 65

FORMA GEOMETRICA

OBJETIVOS

El estudio de las particiones del plano, y las transformaciones reticulares, tienen como finalidad didáctica adiestrar al diseñador gráfico en el uso de las técnicas de formación y deformación de la figura.

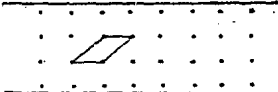
La observación del sistema de redes que encontramos en los tejidos o agregados celulares vivos, brindan al diseñador un claro ejemplo de la formación y transformación de la figura en patrones bidimensionales de repartición del plano y el espacio respectivamente, en los cuales se identifica la tendencia de coordinación de fuerzas intrínsecas y extrínsecas con el principio de mínima acción y economía espacial.

4.2.3.2 PARTICIONES DEL PLANO.

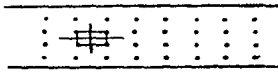
Para subdividir una superficie plana en elementos isomorfos se pueden realizar dos tipos de operaciones:

4.2.3.2.1 La primera es mediante una estructura de puntos para formar una trama o red:

4.2.3.2.1.1 Redes de puntos genérica en forma de paralelogramo.



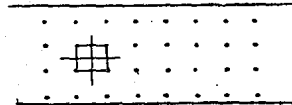
4.2.3.2.1.2 Redes de puntos rectangulares.



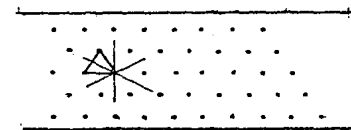
4.2.3.2.1.3 Redes de puntos rómbicas.



4.2.3.2.1.4 Redes de puntos cuadradas.



4.2.3.2.1.5 Redes de puntos hexagonales.



4.2.3.2.2 La segunda operación consiste en subdividir la superficie plana mediante polígonos regulares de tal forma que cada lado del polígono pertenezca a su vez a otro polígono, es decir, encajándose y ajustándose en un arreglo infinito de formas que cubran el plano.

Existe una teoría que demuestra que sólo los polígonos regulares al dividir el espacio en el plano, sin dejar intersticios, forman redes isótropas si satisfacen las condiciones siguientes:

4.2.3.2.2.1 El ángulo en el vértice de un polígono deberá ser un submúltiplo de 360° y no mayor de 120° , y por lo menos tres polígonos se unan en cada nodo. Sólo los ángulos de 120° , 90° y 60° satisfacen esta condición; por lo tanto una superficie plana podrá ser llenada por hexágonos, cuadrados o triángulos; si es el caso de que sólo un tipo de polígono regular sea usado, recibe el nombre de 'red de polígonos regulares' o 'equipartición regular del plano'. (figura 18)

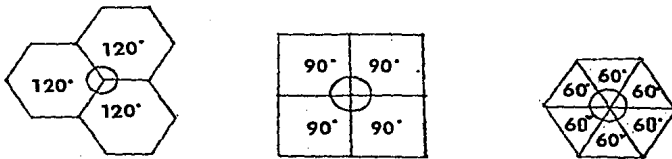
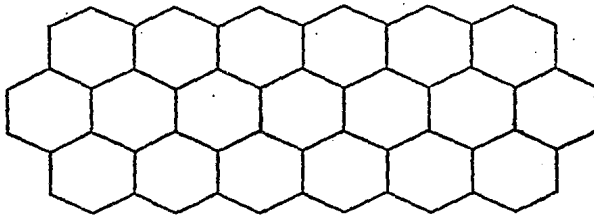
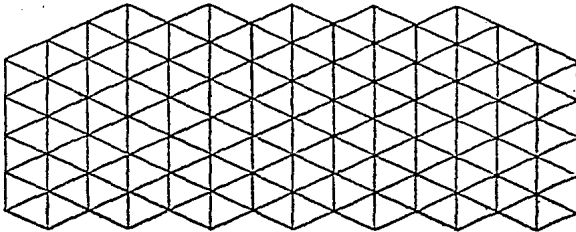
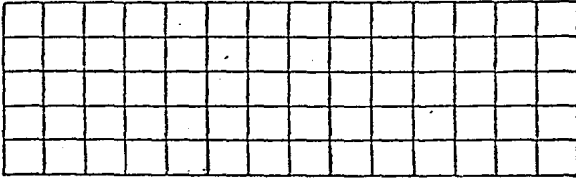


Figura 18. Aquí podemos observar que no puede haber menos de tres ni más de seis polígonos alrededor de un vértice.

La figura 19 demuestra que las redes a que dan lugar estos polígonos regulares son perfectamente isótropas, es decir, homogéneas desde el punto de vista de la estructura lineal y angular.





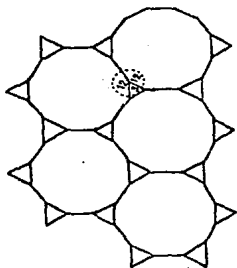
Existen diversos tipos de encontramientos en los polígonos regulares en cada vértice de una red, que dan lugar a ocho particiones polimorfas regulares las cuales tiene vértices idénticos, en donde diversos tipos de polígonos se ensamblan.

Estas particiones polimorfas regulares o redes consisten en la combinación de ensamblaje de triángulos, cuadrados, hexágonos, octágonos y dodecágonos. Además existen quince redes que pueden llamarse particiones polimórficas semiregulares compuestas por diferentes polígonos.

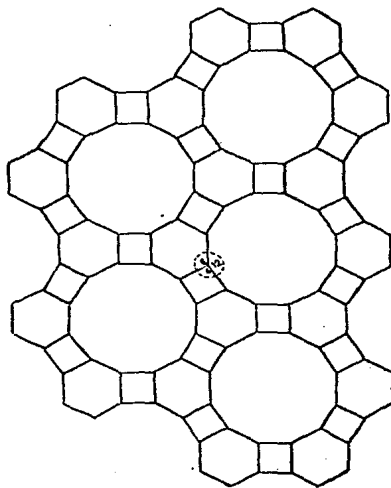
En la tabla numérica que a continuación aparece, encontramos el número de lados de los polígonos que ensamblan dieciseis redes distintas que se muestran gráficamente, el número de polígonos alrededor de cada vértice (en cada una de las diferentes redes) y la suma de los ángulos de los polígonos que se encuentran y dan lugar a la red.²

Las láminas 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, muestran redes regulares y se encuentran en las hojas que siguen.

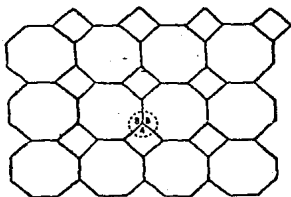
No. de lados de los polígonos que se unen en cada nodo.	Suma de los ángulos de los polígonos.	No. de lados de los polígonos que se unen en cada nodo.	Suma de los ángulos de los polígonos.
Nº 1 3-12-12	150° 150° 60°	Nº 2 4-6-12	150° 150° 120° 90° 90° 120°
Nº 3 4-8-8	135° 135° 90°	Nº 4 6-6-6	120° 120° 120°
Nº 5 3-3-4-12	150° 150° 150° 60° 60° 90° 60°	Nº 6 bis. 3-3-6-6	120° 120° 120° 60° 60° 120° 60° 60°
Nº 6 3-3-6-6	120° 60° 120° 60°	Nº 7 bis. 3-4-4-6	120° 120° 90° 90° 60° 60° 90° 90° 90° 60°
Nº 7 3-4-4-6	120° 90° 60° 90° 90°	Nº 9 3-3-3-4-4	90° 90° 60° 60° 60° 60°
Nº 8 4-4-4-4	90° 90° 90° 90° 90°	Nº 10 3-3-3-3-6	120° 60° 60° 60° 60° 60°
Nº 9 bis. 3-3-3-4-4	90° 60° 60° 90° 60°	Nº 12 4-6-12 3-4-4-6	150° 150° 120° 90° 120° 90° 120° 90° 60° 90°
Nº 11 3-3-3-3-3-3	60° 60° 60° 60° 60° 60°	Nº 13 3-4-6-4 3-3-4-3-4	120° 90° 90° 90° 90° 60° 60° 60° 60° 90° 60° 90° 60° 60°
Nº 14 3-3-3-4-4 3-3-3-3-3-3 3-3-4-3-4	90° 60° 60° 60° 60° 60° 60° 60° 90° 90° 60° 60° 60° 60° 90° 60°	Nº 15 3-3-4-12 3-3-3-3-3-3	150° 150° 60° 90° 60° 60° 60° 60° 60° 60° 90° 60° 60°
Nº 16 3-3-4-12 3-3-3-4-4 3-3-3-3-3-3	150° 150° 90° 60° 90° 60° 60° 60° 60° 60° 90° 60° 60° 90° 60° 60° 60° 60°		



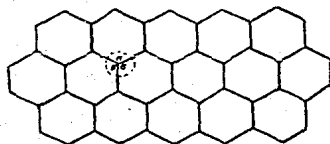
N° 1.
3-12-12
150°
150°
60°



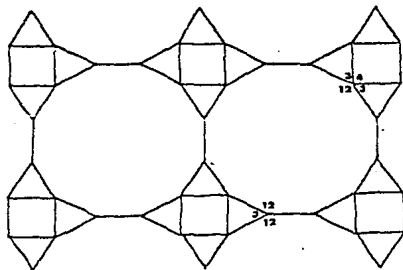
N° 2
4-6-12
150° 150°
120° 90°
90° 120°



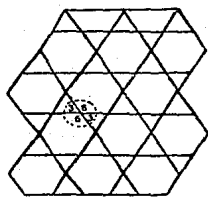
N° 3
4-8-8
135°
135°
90°



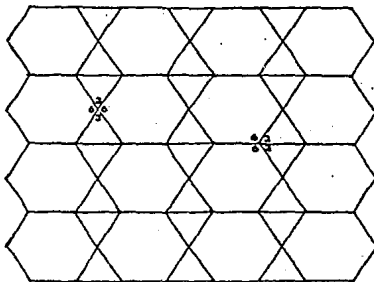
N° 4
6-6-6
120°
120°
120°



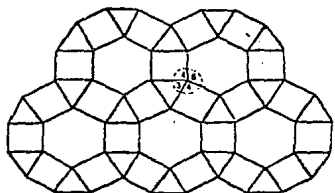
N° 5
3-3-4-12
150° 150°
150° 60°
60° 90°
60°



N° 6
3-3-6-6
120°
60°
120°
60°

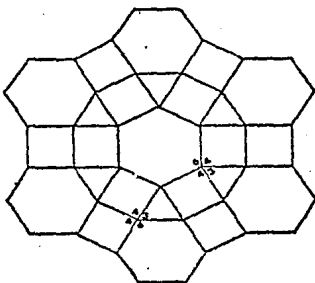


N° 6 bis.
3-3-6-6
120° 120°
120° 60°
60° 120°
60° 60°



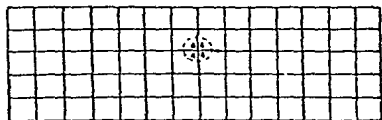
N° 7
3-4-4-6

120°
90°
60°
90°



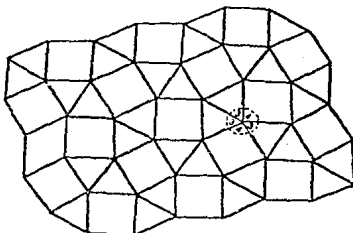
N° 7 bis.
3-4-4-6

120° 120°
90° 90°
60° 60°
90° 90°
90° 60°



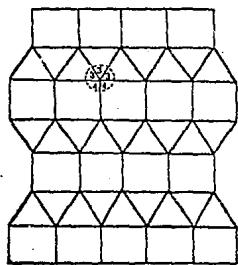
N° 8
4-4-4-4

90°
90°
90°
90°



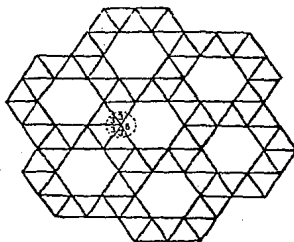
N° 9
3-3-3-4-4

90°
90°
60°
60°
60°



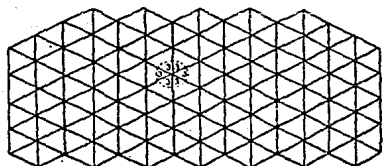
N° 9 bis.
3-3-3-4-4

90°
60°
60°
90°
60°



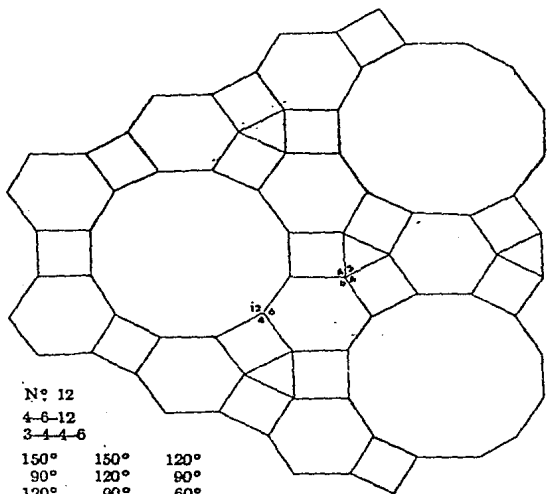
N° 10
3-3-3-3-6

120°
60°
60°
60°
60°



N° 11
3-3-3-3-3-3

60°
60°
60°
60°
60°
60°



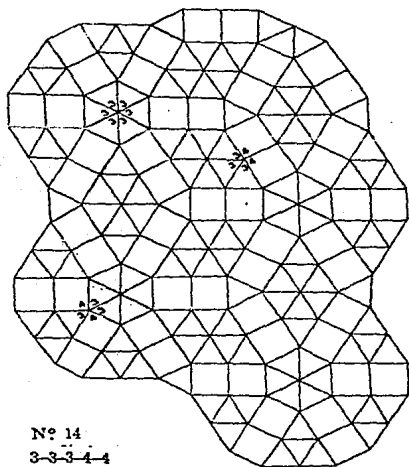
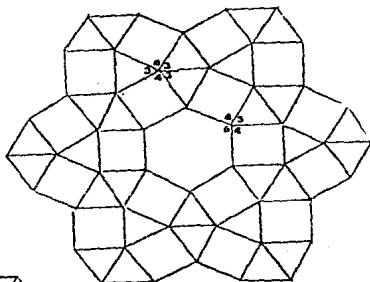
N° 12
4-6-12
3-4-4-6

150°	150°	120°
90°	120°	90°
120°	90°	60°
		90°

N° 13

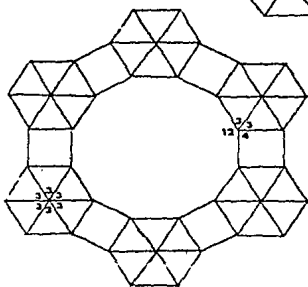
3-4-6-4
3-3-4-3-4

120°	90°	90°
90°	90°	60°
60°	60°	60°
90°	60°	90°
	60°	60°



N° 14
3-3-3-4-4
3-3-3-3-3-3
3-3-4-3-4

90°	90°	60°
60°	90°	60°
60°	60°	60°
90°	60°	60°
60°	60°	60°



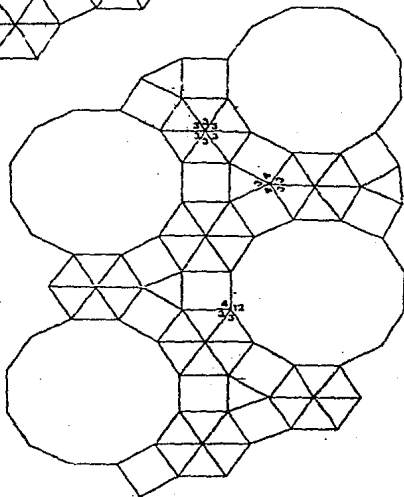
N° 15

3-3-4-12
3-3-3-3-3-3

150°	150°	60°
90°	60°	60°
60°	60°	60°
60°	90°	60°
		60°
		60°
		60°

N° 16
3-3-4-12
3-3-3-4-4
3-3-3-3-3-3

150°	90°	60°
60°	60°	60°
60°	90°	60°
60°	60°	60°
90°	60°	60°
	60°	60°
		60°

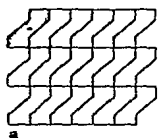


4.2.3.2.2.1 Relación Simetría y Partición del Plano.

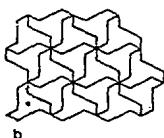
La simetría también está involucrada con la formación de tramas, los tipos de simetría que más se relacionan son:

4.2.3.2.2.1.1 "La simetría de rotación de cualquier figura está determinada por medio del conteo del número de veces que se repite o reproduce a sí misma en una revolución con respecto a un eje."³

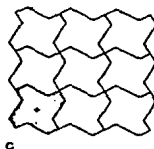
Sólo cuatro tipos de simetría de rotación son posibles en la subdivisión de una superficie:



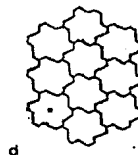
a) Doble Doblez



b) Triple Doblez

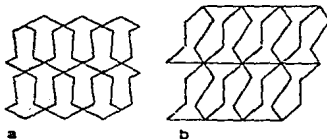


c) Cuádruple Doblez

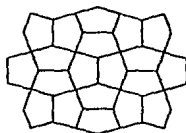


d) Séxtuple Doblez

4.2.3.2.2.1.2 La simetría de reflexión o bilateral, de un polígono se da cuando uno de sus lados es la reflexión del otro lado con respecto a una línea común, la cual lo bisecta.

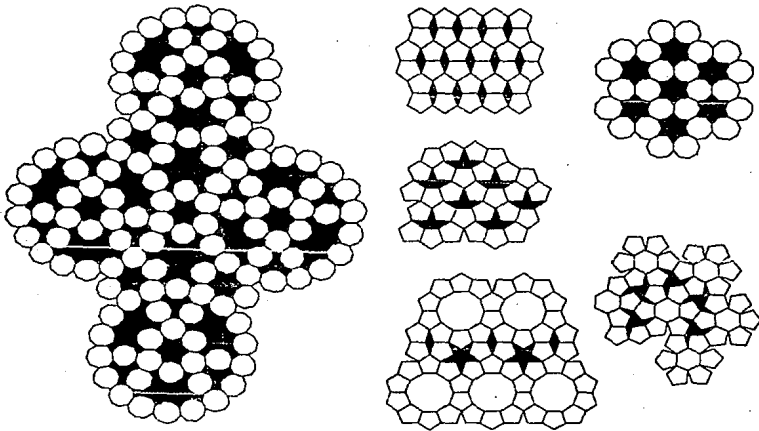


4.2.3.2.2.1.2.1 Un caso particular de la simetría de reflexión es la de un pentágono distorsionado que cumple con las características de red, ya que el pentágono regular no puede formar una red regular.⁴



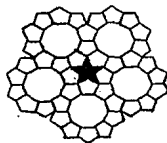
4.2.3.2.2 Patrones Abiertos con Polígonos Regulares.

Si eliminamos la condición de llenar un plano con polígonos regulares sin dejar intersticios, tenemos la posibilidad de que uno de los vértices no esté necesariamente rodeado por completo, lo nos proporciona 'espacios abiertos', de formas que en su mayoría, serán polígonos --- irregulares.⁵ Algunos ejemplos al respecto fueron tomados del libro - de Peter Pearce, y que a continuación aparecen. (figura 20)

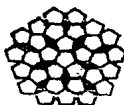


4.2.3.2.2.3 Patrones Concéntricos con Pentágonos Regulares.

A pesar de que el pentágono no forma una red bidimensional, tiene la - propiedad peculiar de generar patrones abiertos infinitos y concéntricos. Tales patrones poseen un sólo eje de simetría rotacional con respecto al centro del pentágono central que es el único que comparte to dos sus lados con los demás pentágonos que forman la red.



Otra variedad de patrones concéntricos puede ser ensamblado con pentágonos y/o decágonos, los cuales tienen propiedades de simetría similares por tener dos veces más lados que el pentágono.



Los sistemas de empaquetamiento concéntricos pueden estar formados -- también por dos grandes clases de figuras regulares:

Los polígonos que entran en el primer grupo son el pentágono, el septágono, y el decágono.

El segundo grupo está integrado por el triángulo, el cuadrado, el hexágono, el nonágono, principalmente.

Podemos mencionar algunas normas básicas para la formación de patrones:

- Sólo aquellos polígonos regulares con número de lados que son divisibles entre dos, tres, cuatro y seis son capaces de crear una infinita repartición en el plano.

- Sólo aquellos polígonos regulares que tienen múltiplos de dos, --- tres, cuatro o seis dobles simétricos pueden ser la base de un patrón abierto periódico, (considerando el caso general de que no todo el espacio sea llenado con polígonos regulares para formar un patrón repetitivo).

- Cualquier polígono regular que no sea divisible entre dos, tres, - cuatro o seis será capaz de generar patrones concéntricos con un centro de simetría.⁶

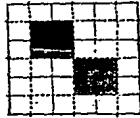
4.2.3.2.2.4 Redes Binarias o Duales.

Una red binaria surge de una regular o semiregular; está formada por la unión de los centros de cada uno de los polígonos que dan lugar a la red original, estimando este centro como un nuevo vértice o nodo a partir de el cual surge la red binaria.

4.2.3.2.2.4.1 Red Dual Cuadrangular.

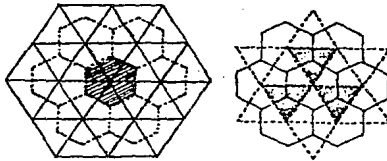
En el caso de la red de cuadrados los nodos están ligados de tal for-

ma que las conecciones atraviesan los bordes del polígono original -- por la parte media en un ángulo de 90° , esta red es la única con la peculiaridad de ser dual a sí misma.⁷



4.2.3.2.2.4.2 Red Dual Triángular y Hexágono.

La red binaria del patrón triángular es recíproca a la del hexágono -- y viceversa como podemos observar en las figuras que se presentan a continuación:

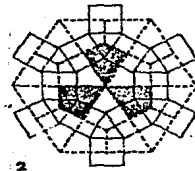
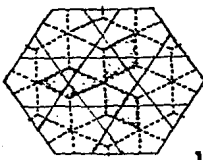


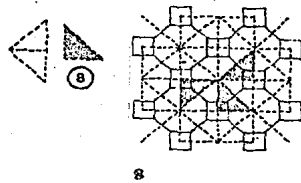
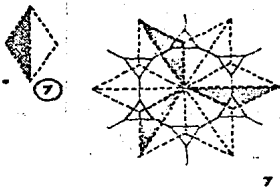
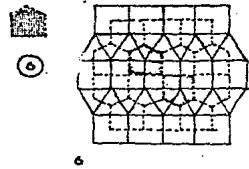
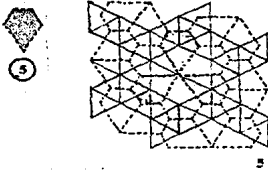
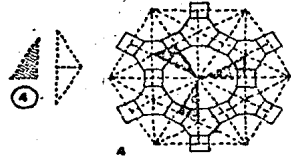
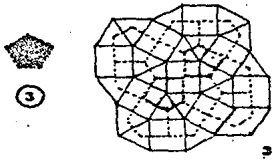
4.2.3.2.2.4.3 Redes Duales de Patrones Regulares y Semi-regulares.

Estos patrones también poseen un carácter dual, dando lugar a polígonos que generalmente son irregulares.

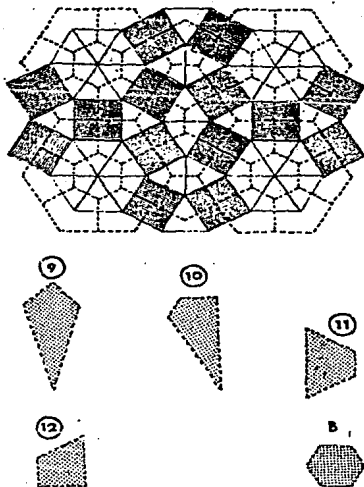
A continuación mostramos algunos ejemplos de redes binarias extraídos del libro de Keith Critchlow, que brinda un análisis de redes binarias y de la dualidad de los patrones regulares y semiregulares.⁸

(En todos los casos las redes duales están marcadas con líneas punteadas y los patrones que se generan están sombreados y numerados) [lámina 11]





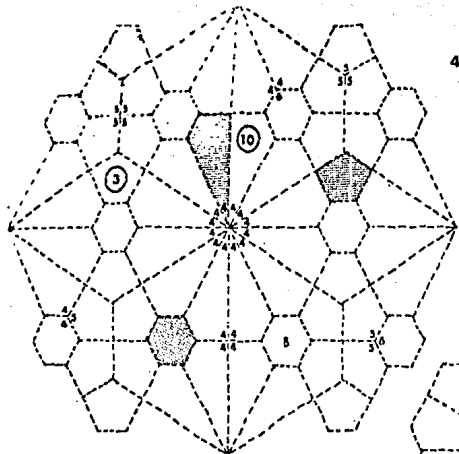
En el ejemplo se presenta el análisis de un patrón semiregular, en el cual aparece el hexágono regular 'B' y cuatro polígonos irregulares (9, 10, 11 y 12).



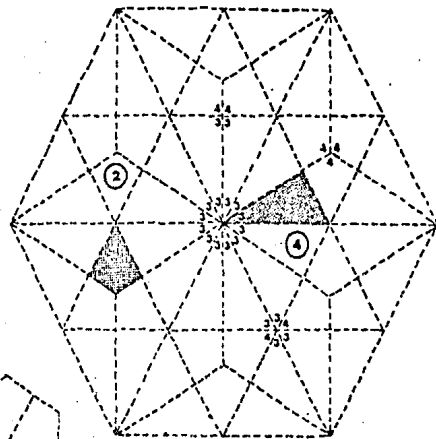
En las páginas siguientes daremos varios casos en los cuales se encuentran ciertos números encerrados en círculos que representan los patrones duales (que también tomaron parte en los ejemplos anteriores). [láminas 12, 13 y 14]

Las condiciones de los vértices cuya característica es un sistema numérico que determina la particularidad de que una red sea regular o semiregular; se marca por los pequeños números que han sido escritos en la unión de los polígonos alrededor de uno o más vértices en las redes que a continuación aparecen.

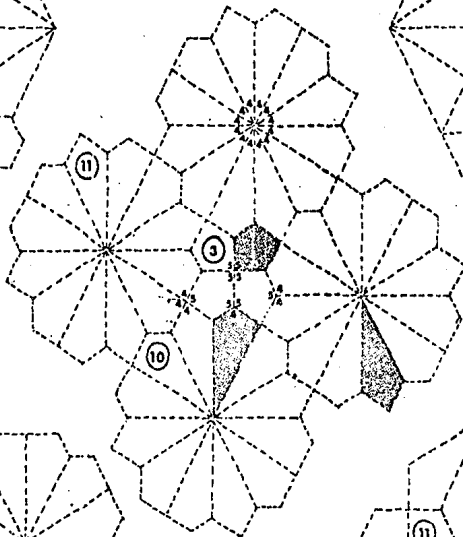
Un dato más que hay que denotar es la inscripción del número '5' que significa que estas redes contienen un pentágono irregular y por consecuencia, el intersticio será el que de lugar a un patrón abierto.



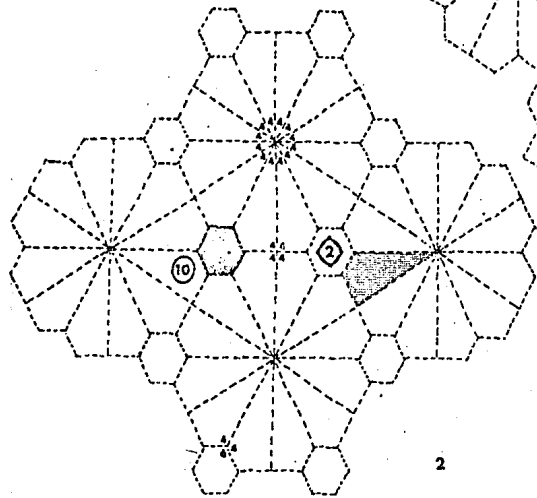
4



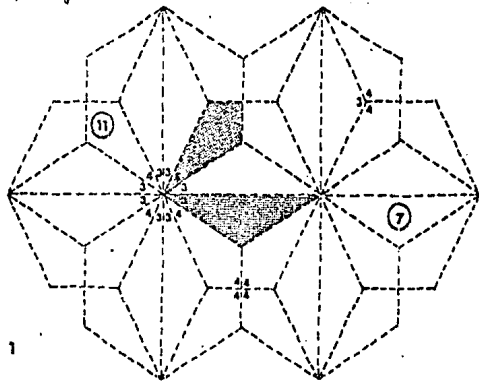
5



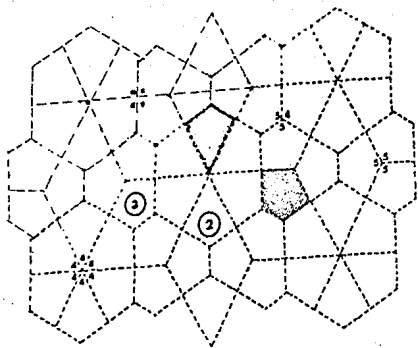
3



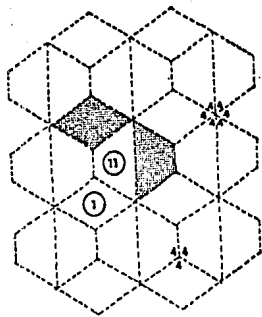
2



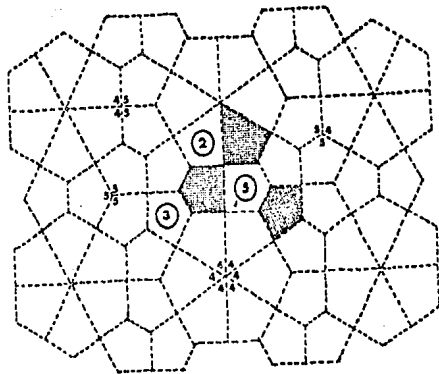
1



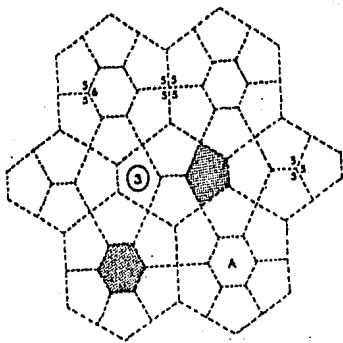
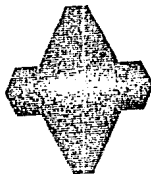
7



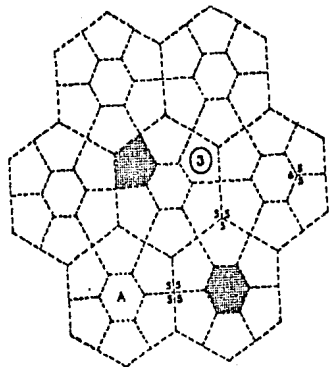
6



8

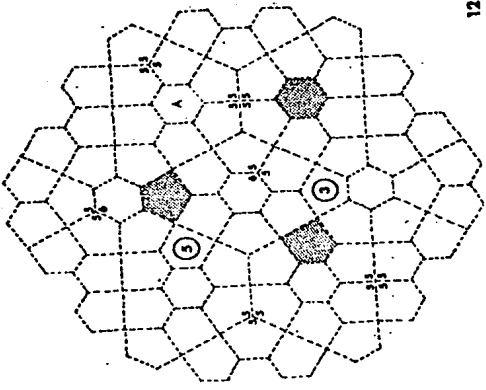


9

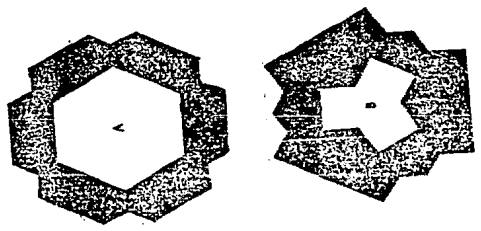
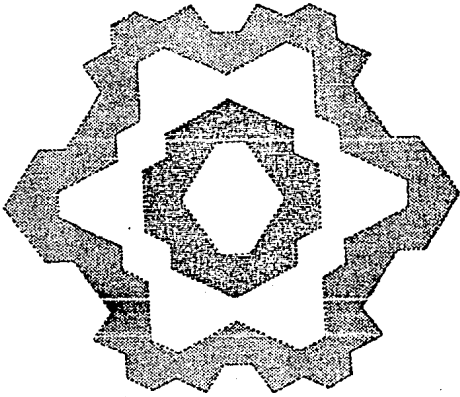
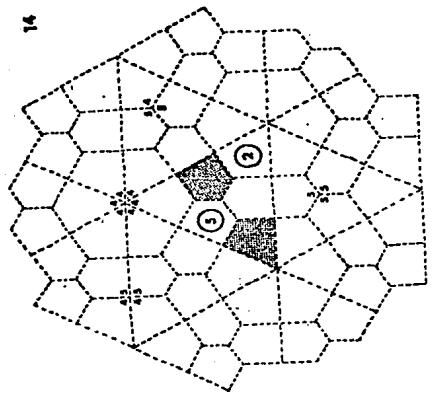


10

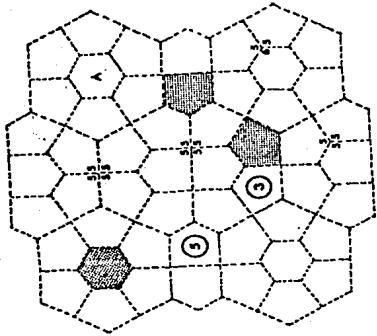
12



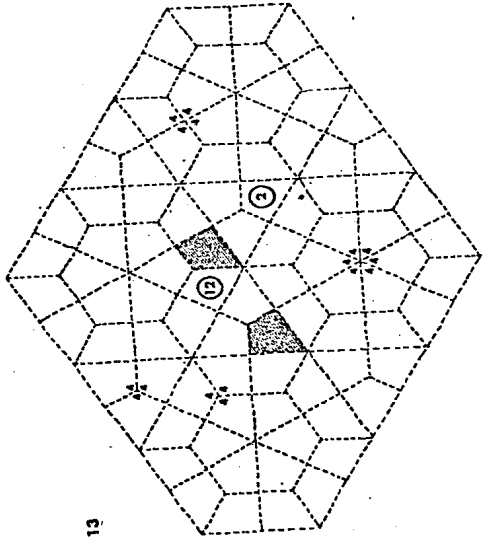
14



11



13



4.2.3.2.2.5 Trayectorias Cerradas.

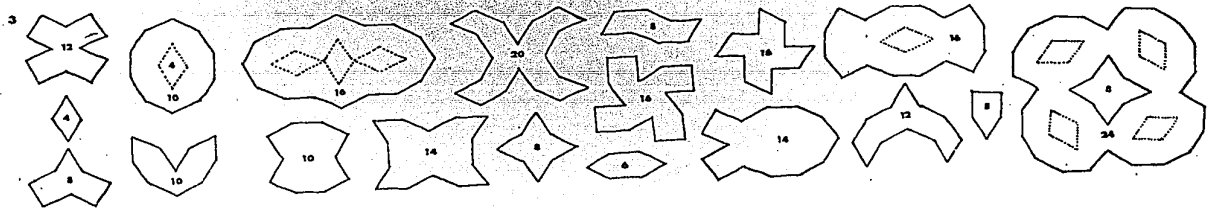
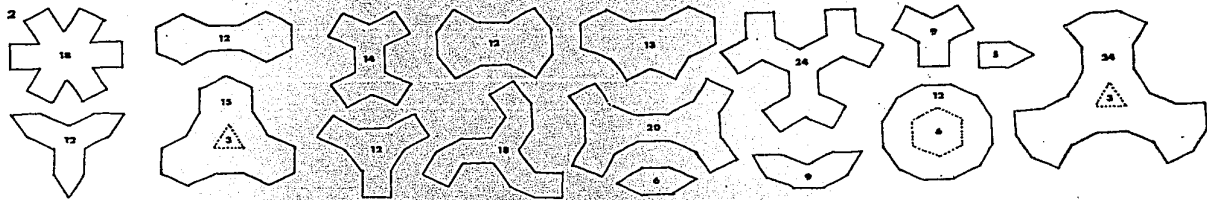
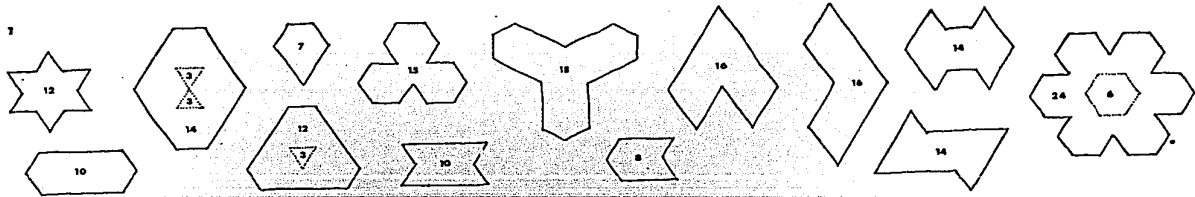
Las figuras mostradas en los esquemas siguientes representan patrones extraídos de redes semiregulares, conocidas matemáticamente como trayectorias cerradas que se determinan por "un cierto número de movimientos los cuales completan un ciclo dentro de una red y regresan a su punto inicial"⁹

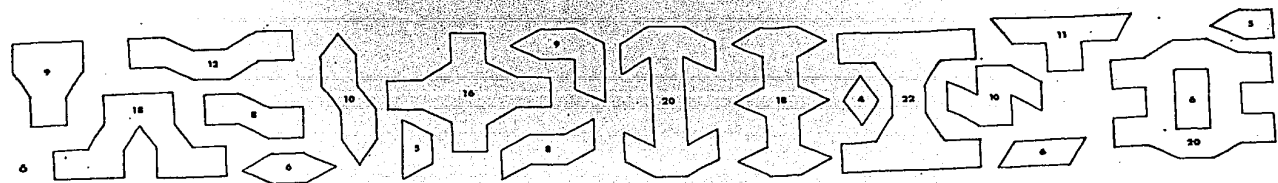
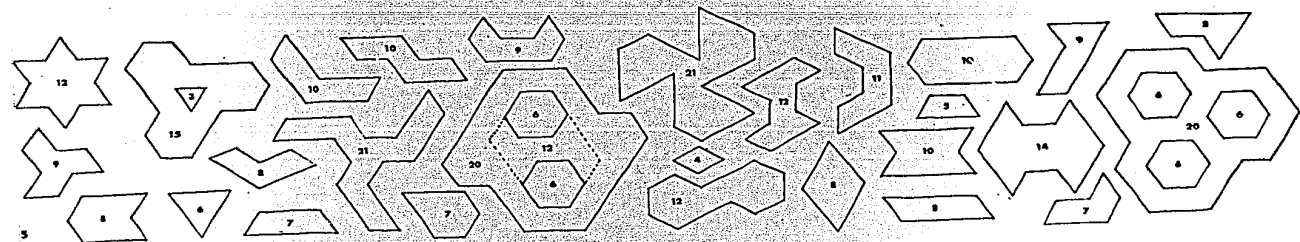
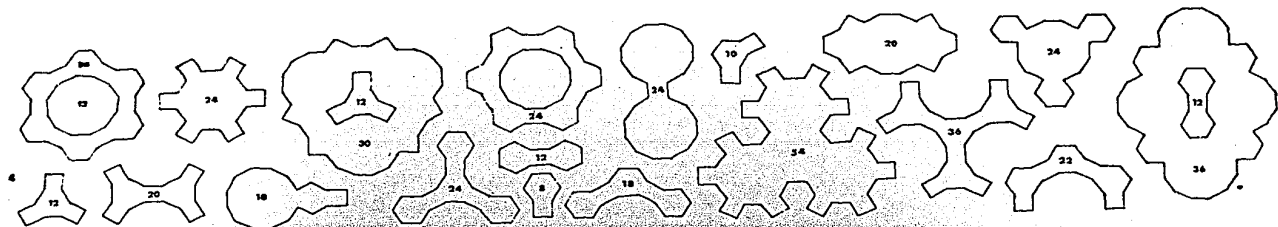
Cada una de las diferentes redes tienen su propia trayectoria cerrada y pueden en un momento dado combinarse para llenar un plano de dos dimensiones. Estos patrones resultantes pueden también ser usados como signos gráficos o ser invertidos dentro de un contenido simbólico.

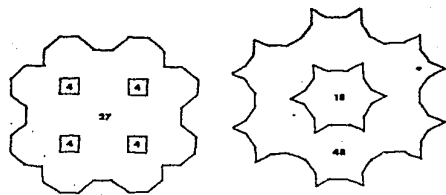
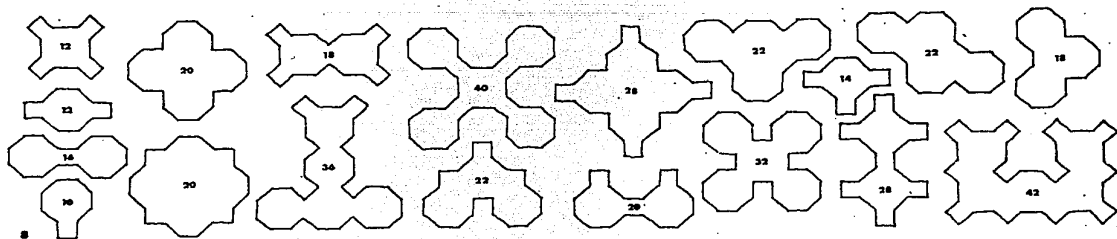
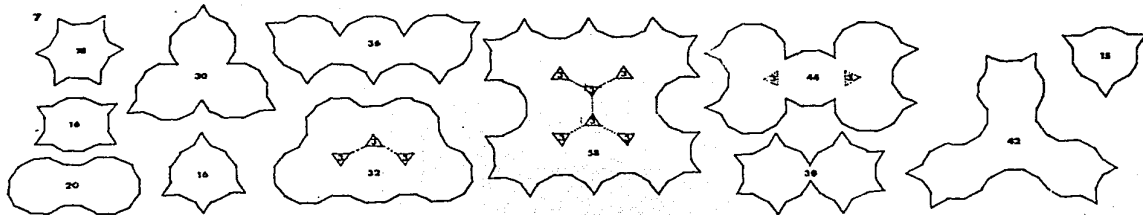
Las trayectorias cerradas de las redes de las páginas siguientes se derivaron de redes semiregulares. (las líneas punteadas más posibles subdivisiones) [láminas 15, 16, 17]

Existen catorce, diecinueve y diecisiete figuras en los grupos que aparecen a continuación pero éstos son sólo una parte de un número infinito de posibilidades.

Los números contenidos dentro de cada figura representan los movimientos requeridos para definirla, o los lados de la misma.



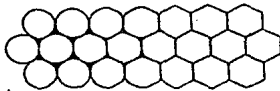




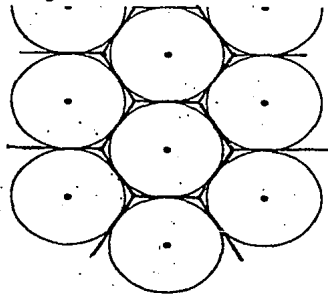
4.2.3.2.3 EL SISTEMA DE REDES EN LA NATURALEZA.

Diversos autores se han dedicado al estudio de la naturaleza, relacionándola con el sistema de redes geométricas, entre ellos encontramos a D'Arcy Thompson, Matila Ghyka, Peter Pearce y muchos otros. Según las investigaciones de estos autores sabemos que la red hexagonal se halla frecuentemente en la naturaleza, cuando innumerables células vivas se disponen casi isotrópicamente y se desarrollan por extensión lateral. La tensión superficial así ejercida, fuerza a la célula a adquirir la forma esférica, proporcionando el volumen máximo para la superficie que ocupa (o la superficie mínima para un volumen dado). Un proceso similar ocurre cuando las células están igualmente distribuidas en una superficie plana, si las células están igualmente distribuidas, se hallan lo bastante próximas y su fuerza de expansión es lo suficientemente grande como para llenar todos los intersticios, en este caso adoptarán un contorno hexagonal que, es el que más se acerca al círculo y así se obtiene por consiguiente, el máximo de superficie (o el mínimo de perímetro de cierre) compatible con las demás condiciones del sistema de redes.

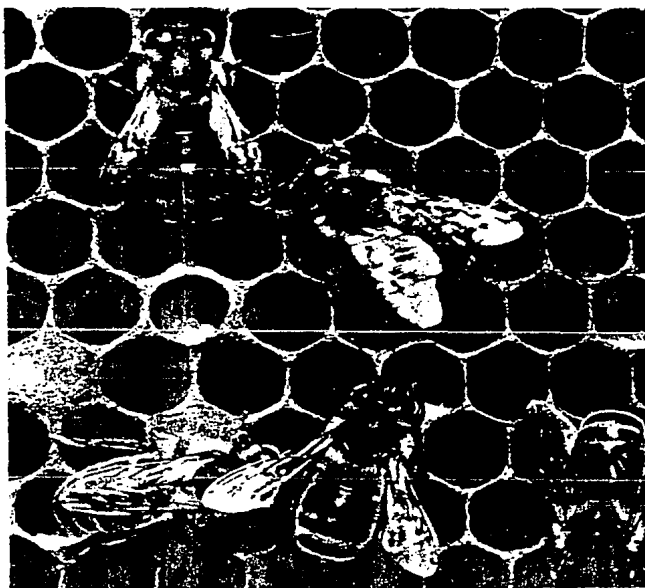
En la figura 21 se muestra la transformación de un empaquetamiento circular a una red hexagonal, que demuestra la explicación anteriormente expuesta.



La figura 22 muestra geoméricamente esta transformación.



Podemos encontrar la red hexágona en la superficie de muchos tejidos celulares vivos, el ejemplo más familiar quizás es el de la colmena de las abejas, que es un sistema de hexágonos regulares que contiene la mayor cantidad de miel con el mínimo de materia prima, es decir, la cera, y que por consiguiente, ésta será la estructura que requiere el mínimo de energía por parte de las abejas para construirla.¹⁰ (figura 23)



4.2.3.2.3.1 El Principio de Mínima Acción.

Al examinar las diversas estructuras naturales debemos de tener en cuenta que dentro del sistema de empaquetamiento de la naturaleza existe un principio de mínima acción que es la tendencia a coordinar las fuerzas intrínsecas y extrínsecas, en la forma más económica de energía, es decir, bajo la economía de la sustancia, empleada.¹¹

En otras palabras, las unidades vivas cuyas formas son resultantes de propiedades morfogénicas de los elementos que los constituyen, pero - que sólo se justifican cuando estas formas proceden de una directiva interior (fuerzas intrínsecas) que propician la economía de la sustancia, y que inducen al agregado celular, para la mejor realización (mínima acción) de una función en su medio ambiente (fuerzas extrínsecas) por medio de las relaciones de la individualidad celular con su medio.¹²

De lo anteriormente expuesto podemos observar que todo ser vivo conserva las líneas generales de su forma aún después de su crecimiento.

4.2.3.2.3.2 Las Formas de los Tejidos (desde el punto de vista de la Física).

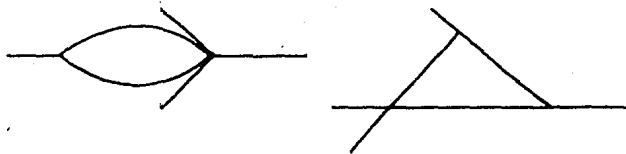
4.2.3.2.3.2.1 La Tensión Superficial en los Tejidos.

Los tejidos o agregados celulares se estudian bajo el efecto de diversas fuerzas físicas, como son los principios generales de energía en los que se basa la teoría de la tensión superficial.

En el caso de la célula aislada el efecto de la tensión superficial - se manifiesta en las superficies de área mínima.

El equilibrio de un sistema de agregados celulares se logra al reducir las superficies de contacto tanto como sea posible, y de acuerdo a las exigencias de los materiales, y las fuerzas externas que actúen sobre dichas superficies.¹³

Por lo tanto tres fuerzas que actúen sobre un mismo punto y estén en equilibrio se pueden representar en magnitud y dirección por los tres lados de un triángulo según el Teorema de Lamy que geoméricamente representan las fuerzas direccionales en un esquema triangular así:



A continuación se anotan algunos puntos interesantes de este Teorema:

4.2.3.2.3.2.1.1. "Tres fuerzas sólo pueden estar en equilibrio cuando cada una de ellas es menor que la suma de las otras dos, de otro modo el triángulo es imposible"¹⁴

4.2.3.2.3.2.1.2 Tres superficies pueden ser semejantes siempre y cuando sus tensiones y sus ángulos sean equivalentes, ya que la tensión específica de determinadas superficies es independiente de la forma y/o la magnitud.

4.2.3.2.3.2.1.3 Si tres superficies son diferentes, las tensiones superficiales lo serán también, y estas diferirán en forma en lo que a su curvatura se refiere.

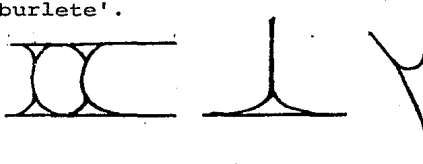
4.2.3.2.3.2.1.4 Si sólo dos de las superficies son semejantes, entonces dos de sus ángulos también lo serán, el tercer ángulo será igual a la diferencia entre 360° y la suma de los otros dos. Este principio se emplea en botánica según la regla de Sachs que dice que una pared celular siempre tiende a colocarse en ángulos rectos.¹⁵

Su validez se debe al hecho que entre los tejidos vegetales es común que una pared celular se solidifique antes que sobre ésta se forme otro tabique separador.



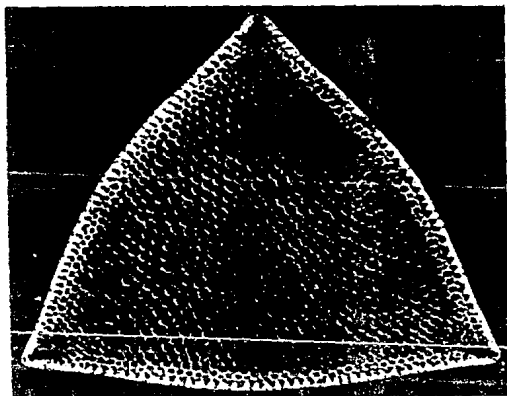
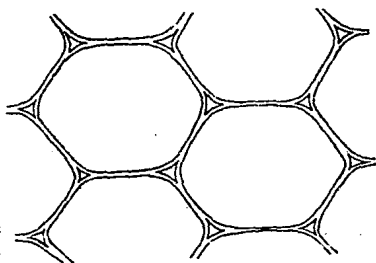
De las condiciones generales precedentes podemos observar que:

4.2.3.2.3.2.1.5 Una superficie se funde con otra en una curva continua debido a esta propiedad física, cualquiera que sea la forma de las superficies, el ángulo entre ellas, y entre éstas siempre existirá una curva que servirá de puente sobre la línea de contacto, y que recibe el nombre de 'burlete'.



4.2.3.2.3.2.1.6 En el tejido parenquimático de una planta, las células tienen las esquinas interiores redondeadas. Este principio se de-

be al hecho de que cuando los ángulos son redondeados, las paredes celulares se separan entre sí, y cada célula tiende a adquirir la apariencia esférica. Esto sucede, en los tejidos secundarios cuando la célula recubre sus superficies con una capa llamada celulosa de tal modo que las paredes celulares ya no están unidas entre sí, sino que se han formado membranas endurecidas entre ellas. Dando como resultado una asociación de esferas apretadas o parcialmente sueltas.¹⁶



4.2.3.2.3.2.2 Características Generales de las Capas Celulares de una planta.

En una planta se consideran desde el punto de vista botánico tres capas celulares:

4.2.3.2.3.2.2.1 Epidérmis. Es una capa celular que recubre la superficie de toda la planta, su pared exterior esta expuesta al medio ambiente debido a lo cual sufre diversos cambios como consecuencia de la exposición a variaciones químicas; como caso particular, es la formación de una pared protectora llamada 'cutícula', este proceso equivale a un gran aumento de la tensión superficial celular que dan como resultado la unión celular en ángulos próximos a los 90°. Por consiguiente, las paredes celulares internas de esta capa adoptarán formas

rectangulares, evitando introducirse en los intersticios de la capa siguiente inferior.¹⁷

4.2.3.2.3.2.2.2 La Capa del Tejido Vascular. Esta capa esta compuesto por xilema y el floema (se encargarán de la conducción y el almacenamiento de la planta). Su posición intermedia le hace sufrir fuerzas de compresión que obliga a las células a desarrollarse en su propio plano o planos.

4.2.3.2.3.2.2.3 La Capa de Sistemas de Tejidos Fundamentales. En esta capa se incluyen el parénquima (que forma la médula, la corteza, las hojas y los frutos carnosos), el esclerénquima y el colénquima y los elementos o conductos de secrección. Las células de esta capa tienden a formar poliedros de 12 a 14 caras llenando todo el espacio que les es posible.

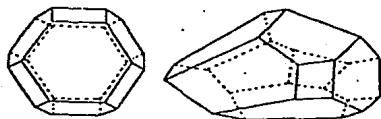
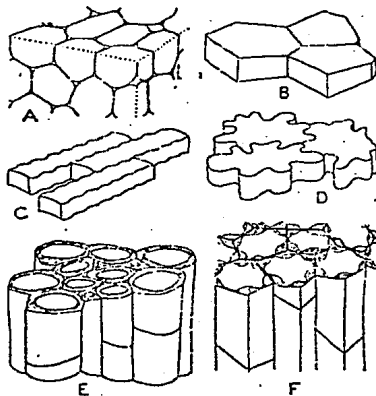


Fig. Izquierda, un tetracaidecahedro órtico, la forma teóricamente ideal de células parenquimatosas. Derecha, una célula real parenquimatosas de un tallo de dicotiledónea mostrando su parecido con el tetracaidecahedro órtico. (Segun Matzke)



Algunos tipos de tejidos, mostrando sólo las paredes celulares y/o el contorno celular sin sus contenidos. A, parénquima; B-D, epidermis; E, F, colénquima

4.2.3.2.4 CRECIMIENTO DIFERENCIAL.

Los factores que influyen en la forma final de cualquier sistema biológico, son las secuencias de crecimiento, la solidificación sucesiva de las diversas partes, y los efectos en los bordes.

Si es el caso de una superficie isotrófica; una consideración geométrica aislada, tiende a producir la más simple de todas las redes, el patrón trirradiado, hexágonal. De esta manera, si tres bordes se encuentran en un punto mientras diversos polígonos son dados, entonces, en cualquier lo suficientemente larga, la mayor parte de los polígonos serán hexágonos.

Una fórmula matemática demuestra la afirmación anteriormente expuesta "Si 'V' es el número de vértices, 'P' el número de polígonos y 'E' el número de bordes, en cualquier muestra arbitraria finita en un plano infinito", invariablemente una red, entonces:

$$V + P = E + 1$$

Si 'n' es el número de lados del polígono promedio en una red, así --pués, $V/P = (n - 2)/2$. (Smith)¹⁸

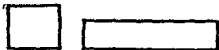
4.2.3.2.4.1 Efectos en los bordes.

Los polígonos pueden sufrir deformaciones, o transformar su figura mediante diversas operaciones:

4.2.3.2.4.1.1 Por Alargamiento.



4.2.3.2.4.1.2 Por Compresión.



Estos efectos pueden producir cambios en:

Los lados de la figura.

En los vértices de la figura.

Por medio de vértices diferenciados, es decir, la modificación total de la figura tanto en sus lados como en el cambio de sus vértices.

4.2.3.2.4.1.3 Los lados de cualquier cuerpo geométrico pueden estar --alargados por líneas rectas convexas que salgan de la figura simétricamente. (cuerpos ortosimétricos convexas)



4.2.3.2.4.1.4 Los lados de cualquier cuerpo geométrico pueden estar comprimidos hacia el interior de la figura por líneas concavas simétricas. (cuerpos ortosimétricos concavos)



4.2.3.2.4.1.5 Los lados de cualquier cuerpo geométrico pueden sufrir deformaciones mediante líneas concavas y convexas que entren y salgan de la figura simétricamente. (cuerpos ortosimétricos concavos/--convexos).



4.2.3.2.4.1.6 Los lados de una figura geométrica pueden también sufrir abultamientos por medio de líneas curvas convexas que salen de la figura, simétricamente. (cuerpos quirosimétricos convexos)



4.2.3.2.4.1.7 Así mismo los lados de una figura geométrica pueden sufrir compresiones por medio de líneas curvas concavas que partan de la figura simétricamente. (cuerpos quirosimétricos concavos)



4.2.3.2.4.1.8 Los lados de una figura geométrica pueden deformarse -

por medio de líneas curvas concavas y convexas que salgan y entren a la figura simétricamente. (cuerpos quirosimétricos concavos/convexos)



4.2.3.2.4.1.9 La deformación de los lados de una figura geométrica se da mediante líneas curvas y rectas concavas por dentro de la figura - simétricamente. (cuerpos ortokirosimétricos concavos)



4.2.3.2.4.1.10 La deformación de los lados de una figura geométrica - se da mediante líneas curvas y rectas convexas por afuera de la figura simétricamente (cuerpos ortokirosimétricos convexos)



4.2.3.2.4.1.11 La deformación de los lados de una figura geométrica - se da mediante líneas curvas y rectas concavas y convexas que se combinan por fuera y por dentro de la figura simétricamente. (cuerpos ortokirosimétricos concavo/convexos)



4.2.3.2.4.2 EL USO DE COORDENADAS MATEMATICAS EN EL ESTUDIO DE LOS BORDES EN ORGANISMOS BIOLÓGICOS.

Las coordenadas matemático-geométricas se aplican en biología especialmente en donde las estructuras en crecimiento aumentan simétricamente.

En el caso de las hojas de las plantas, que se clasifican en dos grupos:

4.2.3.2.4.2.1 Las hojas de las plantas monocotiledóneas, como por ejemplo la del maíz en donde no se presenta ningún 'nodo' o punto de detención y el crecimiento es continuo, en la cual sus lados se estrechan gradualmente desde la base a la punta, de acuerdo a alguna ley de decremento específica de la planta, aquí cualquier alteración en las velocidades relativas de crecimiento longitudinal o transversal le confieren a la hoja la capacidad de que sea más ancha o más estrecha, sin alterar visiblemente su contorno.

4.2.3.2.4.2.2 Las hojas de las plantas dicotiledóneas, en donde alrededor de un 'nodo' se ejerce el crecimiento en todas direcciones, la alteración de la proporción entre las velocidades de crecimiento radial y tangencial (el aumento de los ángulos entre los radios de las nervaduras) da lugar a las diversas configuraciones y nomenclaturas que en botánica se dan para cada hoja de acuerdo a su forma.¹⁹

Por ejemplo las hojas lanceoladas (tienen forma de lanza), existen también hojas ovaladas (en forma de ovalo), acorazonadas (en forma de corazón), etc. (ver anexo de botánica en el capítulo correspondiente a la hoja)

Existe una regla general de equilibrio de fuerzas que dice: "la proporción entre las velocidades de crecimiento tangencial y radial permanece equilibrada de forma perfecta y constante, de tal manera, que la hoja de la planta aumenta de tamaño sin una modificación apreciable de la forma".²⁰

Las venas de las hojas se disponen de diferentes maneras observandolas, es fácil comprobar que en ocasiones las principales nervaduras se aproximan mucho a un sistema de coordenadas isogonales. También se puede analizar casos, en donde las venas más importantes salen de-

la base de la hoja, o bien de la vena central, como sucede en la mayoría de las dicotiledóneas; otros casos son aquellos en donde el 'nodo' (en el sentido matemático) está en el extremo superior de la hoja y no en el inferior como sucede en la hoja 'invertida' de la margarita, en la cual la parte ancha acorazonada está en el extremo superior mientras que la parte inferior de la hoja se va estrechando gradualmente hasta una base apenas definida.

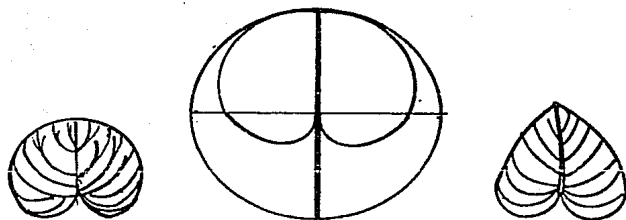
En el último de los casos se presentan dos puntos de detención uno a cada extremo, mismo fenómeno que ocurre con la forma de algunos frutos, como la manzana o la cereza, considerados como sólidos de revolución, y que se desarrollan a partir de curvas similares. El mismo fenómeno se presenta también en la judía que debe su forma 'reniforme', debido a que tiene un 'nodo o hilo' alrededor del cual se ordenan radial y simétricamente las fuerzas de crecimiento; cuando la vaina que la contiene es espaciosa y la semilla pequeña, esta puede ser casi redonda como un chícharo, pero cuando esta comprimida en una vaina estrecha y alargada, se aplanan y adquiere la forma elíptica o reniforme (en forma de riñón).

Hemos visto hasta ahora que las hojas ordinarias de las dicotiledóneas poseen un 'punto de detención' o crecimiento nulo en cierta dirección, mientras que en la dirección contraria a este punto su tamaño aumenta con máxima velocidad, y dan formas que se pueden describir a partir de coordenadas radiales si se toma en cuenta las venas principales de las hojas que se van a analizar.

Este proceso de crecimiento de cero al máximo, sugiere la mitad de una curva llamada senoide y se considera el contorno de una hoja como un diagrama vectorial de su propio crecimiento con referencia a un circuito de 360° .

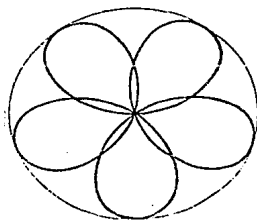
La figura 24 muestra la curva senoide y dos ejemplos de hojas descritas por medio de esta:

En el primero se tiene a la hiedra terrestre, y en el segundo a la hoja de una violeta.



A partir de la fórmula matemática de la curva senoide es posible -- llegar a obtener cualquier fracción que permite trazar diversas curvas particularmente de la familia de 'Curvas de Grandi' (debidias a -- Abbot Guido Grandi, matemático italiano de principios de siglo XVIII-- quien dibujó esta curva y señaló sus analogías botánicas).

La figura 25 muestra la curva de Grandi que es un esquema de cinco pétalos de una flor pentámera.



Curvas de Grandi,
y correspondientes a los cinco
pétalos de un flor sencilla.

Una modificación que surge a partir de la curva senoide y la de --- Grandi es el diagrama que resulta de la corola gamopétala trazada por medio de coordenadas polares. (figura 26)

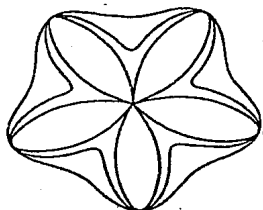
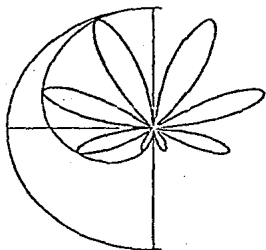
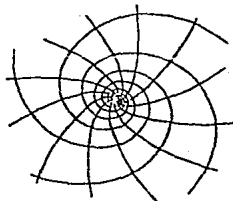


Figura 26 Diagrama de una corola de cinco pétalos, o de cinco lóbulos.

La figura 27 consta de ocho foliolos (semejantes a los cinco pétalos de la figura 25) inscritos en un contorno reniforme de la figura 24. La nueva curva compuesta, puede superponer en sí misma, curvas sinusoides más pequeñas y de amplitud variable con la ayuda de una serie matemática (la de Fourier). Lo cual permite el análisis de bordes ondulados de las diferentes hojas, hasta los lóbulos (pequeñas hojas) - digitados, o foliolos separados, como la hoja del castaño; en esta curva se pueden incluso inscribir los pétalos separados como se muestra en la figura 28 de donde resulta una curva espiral uniforme o equiangular, las cuales describen por ejemplo, figuras semejantes a las flores polipétalas u hojas arracimadas, que son transformaciones particulares a partir del caso más general.²¹



Contorno de una hoja compuesta, como la del castaño, basado en una curva sinusoides compuesta.



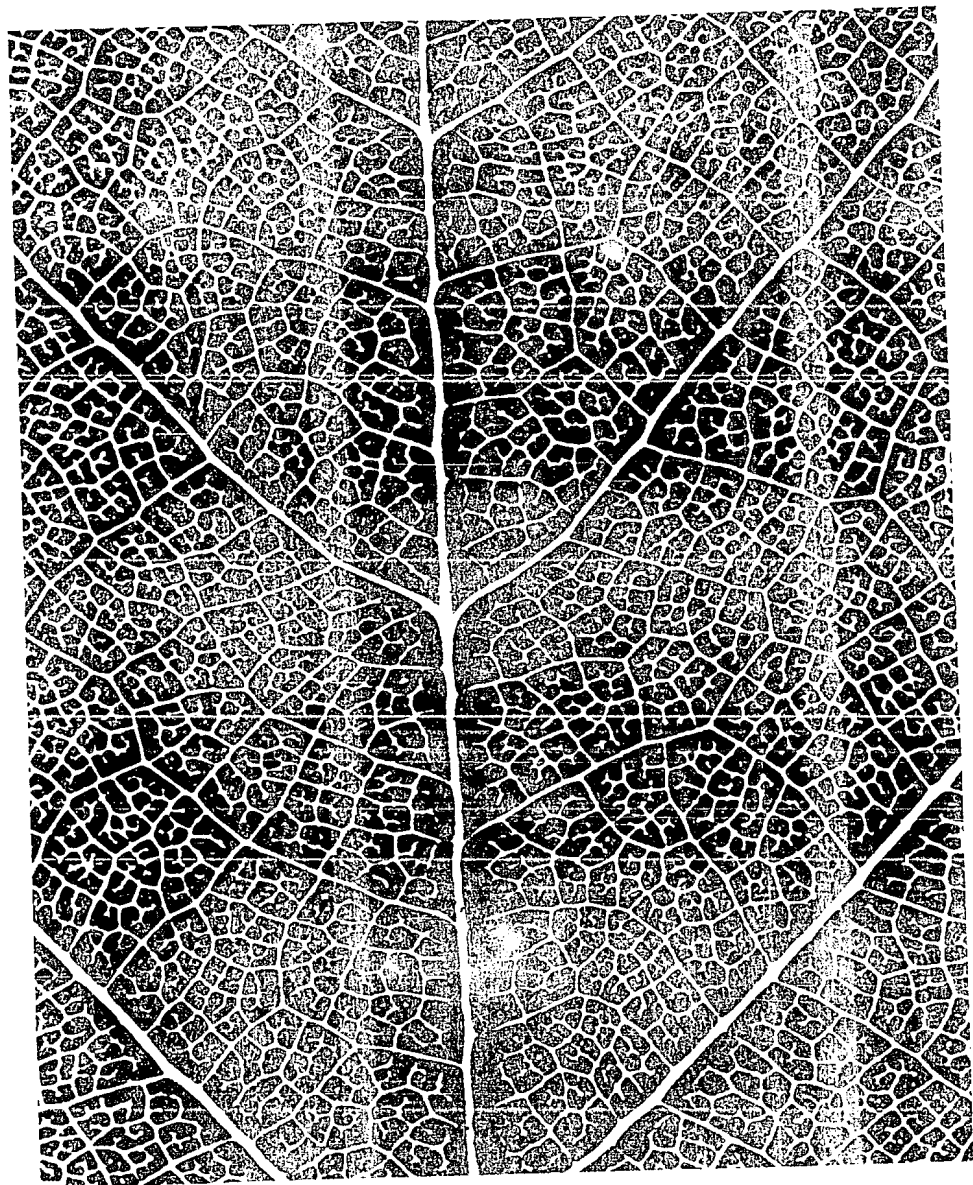
4.2.3.2.5 CATALOGOS DE FORMAS NATURALES.

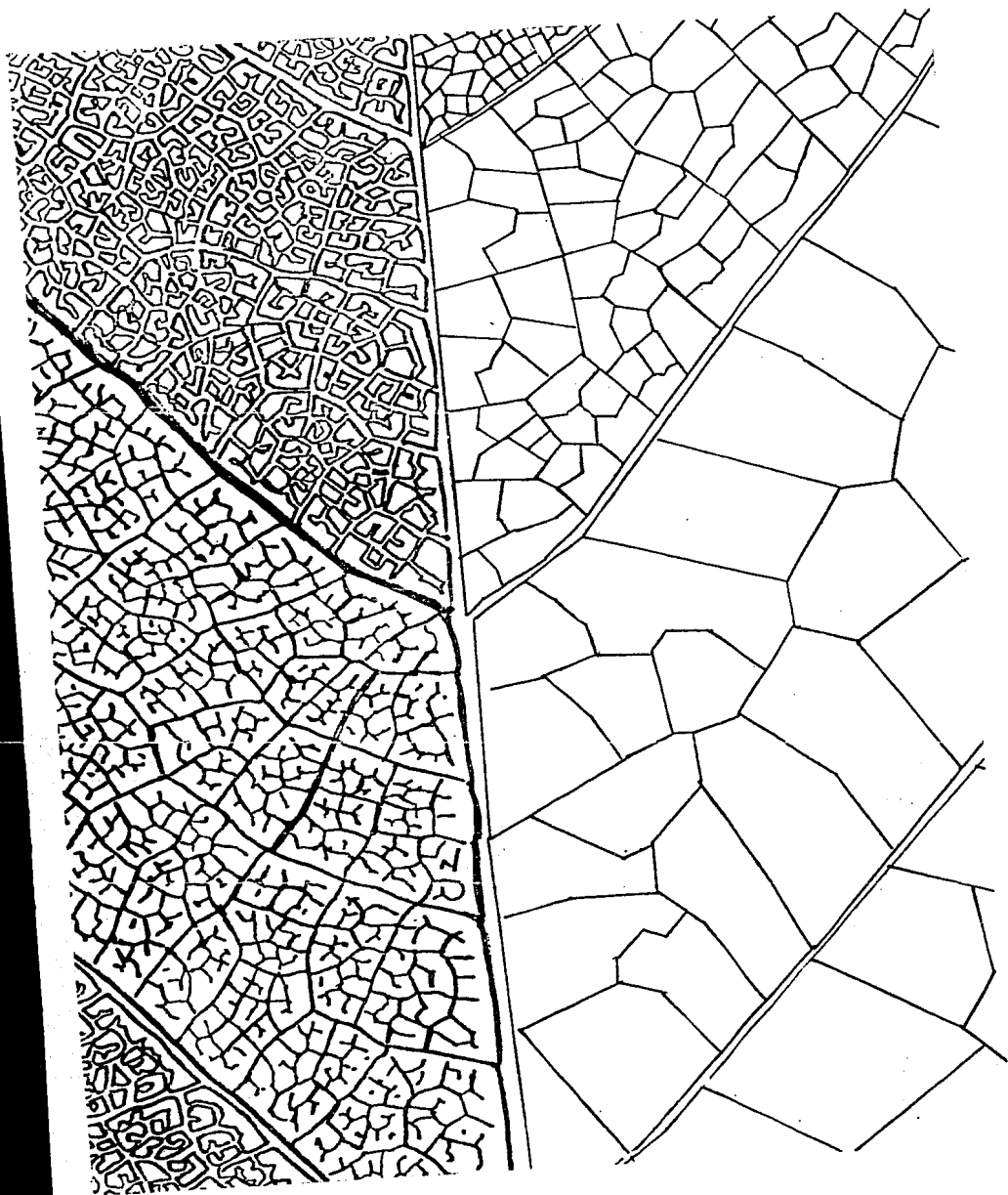
Tanto Peter Pearce como Andrea Feininger y W. M. Harlow se han preocupado de crear catálogos de formas naturales con diversos fines, pero que tienen en común expresar su preocupación por analizar la naturaleza de los seres vivos.

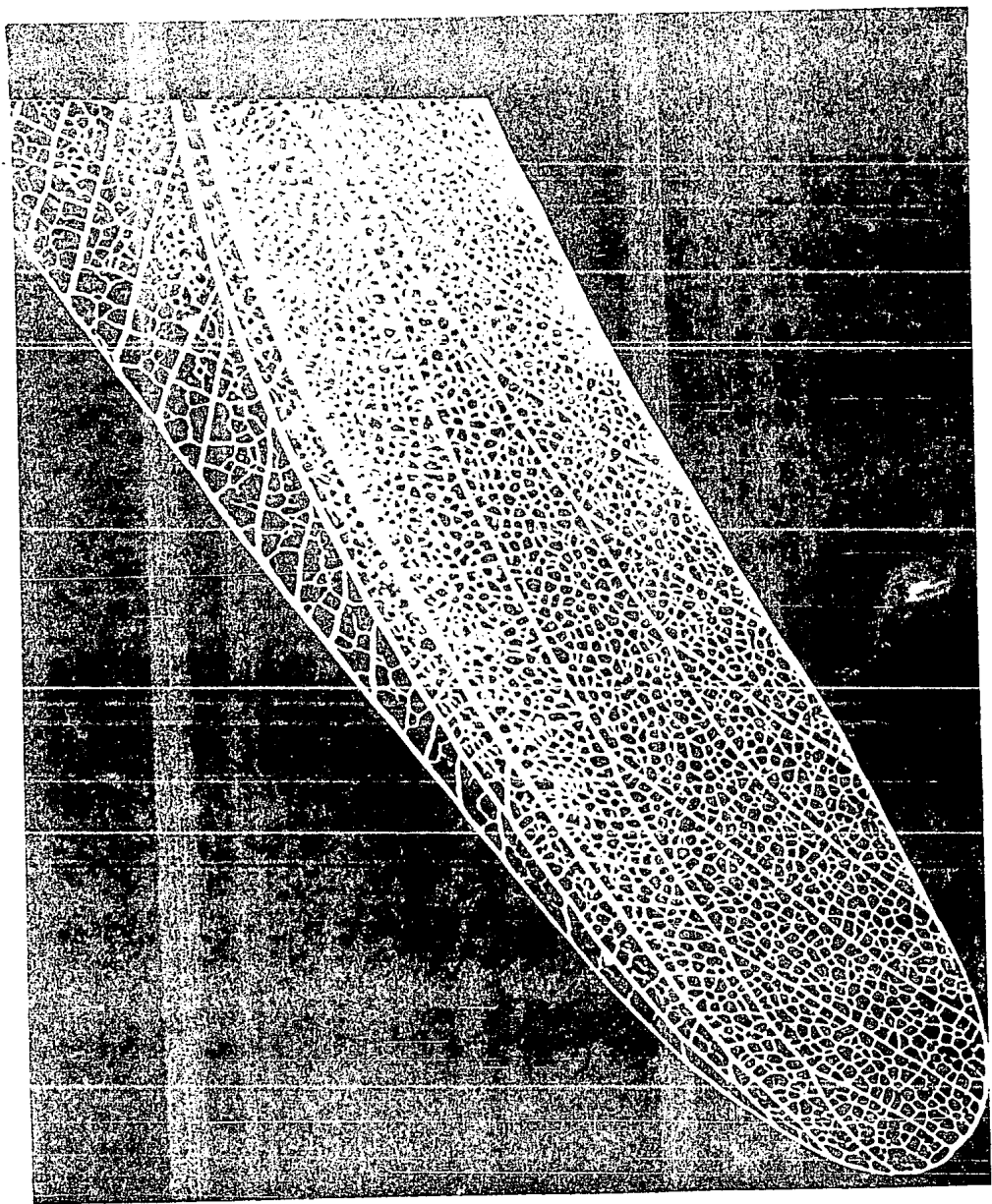
Peter Pearce exhibe un catálogo con una serie de ejemplos de variados temas entre ellos figuran los metales, los cristales, las plantas, -- los animales, las diatomeas, los virus, los radiolarios, los filamentos musculares, los insectos, las frutas, etc.

En estos prevalecen las formas y redes hexagonales en el plano, en -- una diversidad de jerarquías y escalas, pero el autor menciona que -- por supuesto, la naturaleza no precisamente debe actuar de esta manera ya que como las ciencias empíricas, nunca podremos probar que el -- comportamiento observado es universal y sólo podremos inferir de los -- casos particulares, de donde otros probablemente podrán investigar -- áreas similares a las que se nos presentan a través de los autores -- antes mencionados. (veáse también 'Art Forms in Nature' de Haeckel) Muestra del catálogo que presenta Peter Pearce 'Structure in Nature - Is a Strategy for Design':

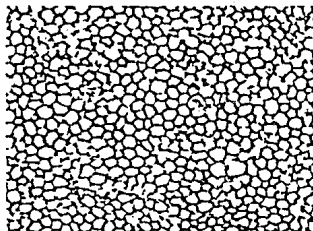
4.2.3.2.5.1 La Estructura de una Hoja. En el cual se muestran las nervaduras que sirven como reforzantes de la forma a que dan lugar, ejemplo que muestra un principio que refleja las secuencias de crecimiento hexagonal que dan lugar al patrón final. El mismo principio se --- muestra en las ramificaciones de las alas de los insectos, a pesar de que uno se manifiesta en una planta y el otro en un animal. (del libro de A. Feininger 'foto del ala de un insecto', del libro de Peter Pearce 'foto de una hoja' ampliación 500%) [láminas 18, 19] También se anexa la representación geométrica de las redes hexagonales a las que dan las fotografías expuestas. [lámina 20]





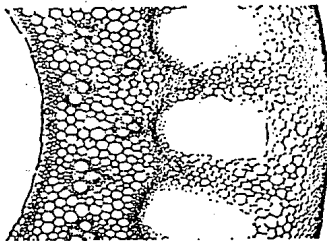


4.2.3.2.5.2 Junco. Una sección transversal de la planta del junco -- muestra un enrejamiento bastante uniforme de células, en conjunto -- con una serie de transiciones que están hechas para diferenciar las regiones dentro de la estructura.



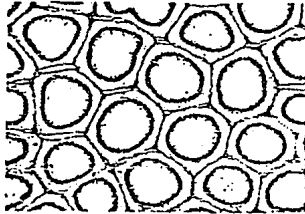
(35X, Jirovec).

4.2.3.2.5.3 Corcho. La estructura celular microscópica descubierta -- por primera vez por Hooke en el siglo XVII quien a través de sus estudios halló que el corcho consistía en un denso empaquetamiento de cámaras que se asemejaban a la estructura de un panal de abejas. Con la ayuda de los microscopios modernos se muestra la morfología hexagonal del corcho.



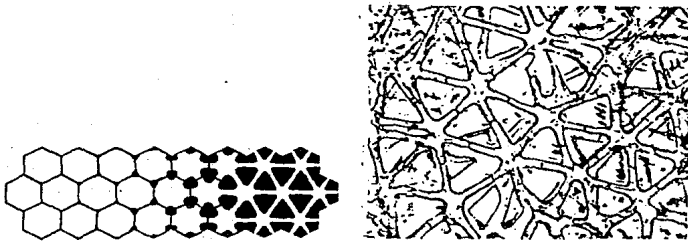
(25X, Jirovec).

4.2.3.2.5.4 Champiñon. La superficie inferior de un champiñon vista -- al microscopio consiste en un sistema de empaquetamiento tubular.



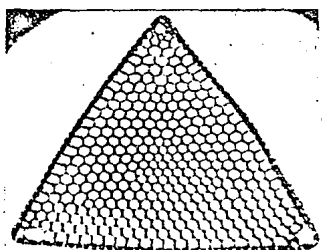
(35X, Jirovec).

4.2.3.2.5.5 La formación de células astrales. Un caso curioso que -- ilustra la dualidad con la red triángular y el agrupamiento de células poliédricas, puede ser vista en la microfotografía de una sección transversal en la médula del junco. Las células esféricas que están -- forzadas a crecer encontradas unas con otras llenan el espacio total -- para crear poliédros. Esto da como resultado la creación de cápsulas -- de aire que rodean a las células astrales. Cuando estas células astrales son ensambladas forman una red triángular, en donde el tamaño variará posiblemente. A continuación se muestra la ilustración de la médula del junco y un diagrama de composición gráfica con una red triángular.

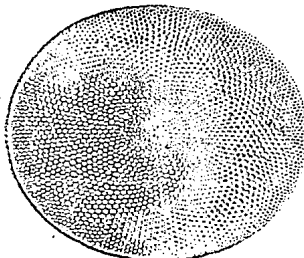


(200X, Jirovec).

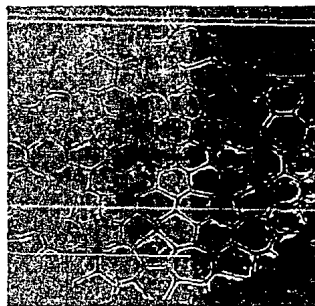
4.2.3.2.5.6 Diatomeas. Son diminutas algas marinas, formadas por esqueletos de dióxido de sílice, frecuentemente consisten en patrones hexagonales concéntricos o radiados, cuyas fuerzas direccionales son relativamente simétricas y las formas resultantes son infinitamente variadas, entre ellas podemos mencionar la cuadrangular, la triangular, la longitudinal y la esférica; cuya semejanza al disco de un girasol, nos remite a la idea de espirales logarítmicas.



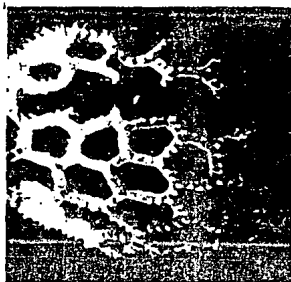
(300X) Jirovec).



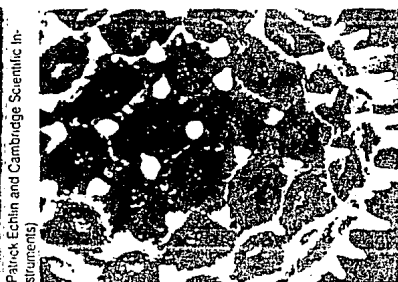
(400X) (Jirovec).



4.2.3.2.5.7 Granos de Polen. Las superficies de los granos de polen están determinadas por medio del programa genético de cada planta y la especie a que corresponda, gracias al microscopio de barrido es posible observar las estructuras que poseen, así como su morfología que en ocasiones da lugar a redes (ver anexo de botánica en el capítulo correspondiente al polen)

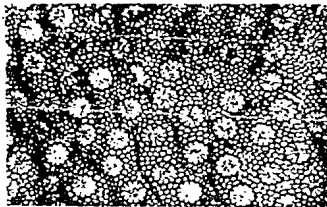


(a. 700X).



(b. 400X)

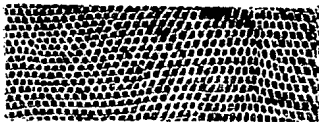
4.2.3.2.5.8 Coral. La sección transversal de una colonia fosilizada - de corales demuestra gráficamente el empaquetamiento celular de su es tructura natural.



4.2.3.2.5.9 La piel de la girafa. Algunos animales poseen la característica especial de tener ornamentada su piel, es el caso de la girafa, que presenta una red hexágona trirradiada.

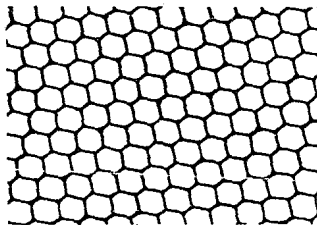


4.2.3.2.5.10 La piel de un reptil. La uniformidad extrema de el agrupamiento de círculos que muestran en su piel algunos reptiles demuestra la perfección con la que la naturaleza crea estas redes; aquí se pueden observar diminutos triángulos que aparecen en los intersticios que surgen en la conglomeración circular, formada en esta piel.

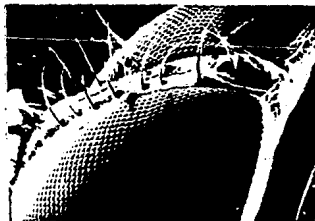


(5X, Jirovec).

4.2.3.2.5.11 Los ojos de los insectos. La superficie de los ojos compuestos de la abeja poseen lacetas de hexágonos regulares sobre un segmento de superficie esférica. La observación de estas superficies a través del microscopio electrónico revela el carácter de empaquetamiento de las lentes que son los elementos de los que esta compuesto el ojo de un insecto.



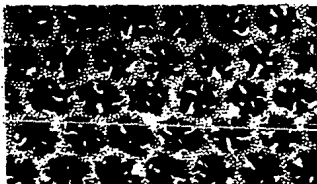
(95X, Jirovec)



(a, 95X, Marti).

4.2.3.2.5.11.1 La estructura retinal de una polilla presenta un ejemplo de morfología jerárquica, en donde unidades circulares están dis-

puestas en triángulos equiláteros casi perfectos, los que a su vez es-
tán rodeados por delgados hexágonos, como una subestructura en rela-
ción con la densidad de la red hexágona de unidades circulares.



(150X, Carlson, Steeves, Vandenberg,
Robbins).

4.2.3.6 LAS ESTRUCTURAS NATURALES Y EL ESPACIO.

Todas las estructuras naturales son en su mayoría tri-dimensionales y hay ciertas leyes que dicta la naturaleza operantes a nivel molecular y celular.

Estos principios de estructuración y geometrización tridimensionales fueron investigados por primera vez por Fuller, quien menciona que todas las estructuras celulares de la vida (por compleja que sea la asociación global) se caracterizan por cámaras de catorce facetas, las cuales engendran polígonos asimétricos de infinita variedad de tamaños y que se identifican con el tetraedro, que es un cuerpo geométrico con el máximo de resistencia y rigidez, que provoca el empleo de el mínimo de materiales.²²

Según la clasificación de Ghyka hay siete grupos fundamentales de simetría, cada uno de los cuales corresponde al tipo de simetría del poliedro: Cubo, prisma hexágonal, romboedro, prisma recto de base cuadrada, prisma recto de base rómbica, prisma oblicuo de base rómbica y paralelepípedo oblicuo.²³

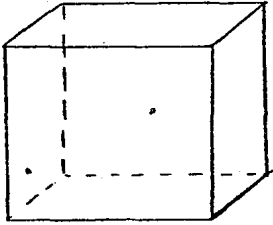
El número y la naturaleza de los ejes de simetría son los que diferencian a cada tipo. Los trabajos de algunos otros autores confirman que estos siete grupos fundamentales dan lugar a 230 tipos de posibles -- agrupaciones establecidas y combinando estas leyes con la teoría de -- las particiones homogéneas del espacio se encuentran las redes cúbicas, hexágonoales y todas sus múltiples combinaciones.

Las láminas 21 y 22 dan algunos ejemplos de estas agrupaciones. (ver páginas siguientes)

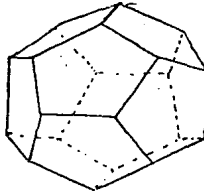
"Un poliedro es un sistema finito compuesto por un determinado número de polígonos, tal que cada lado del polígono pertenezca a otro",²⁴ -- los polígonos más importantes son aquellos que topológicamente son -- equivalentes a la esfera y cumplen cinco condiciones limitantes: que todos los polígonos sean convexos, regulares, congruentes, de vértices idénticos y que todos sus ángulos internos estén formados por dos caras del polígono que se encuentren en una arista común.

De esta manera se dan cinco poliedros comunmente conocidos como 'sólidos Platónicos' o poliedros regulares.²⁵

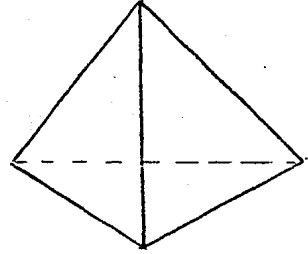
4.2.3.6.1 Los cinco poliedros regulares:



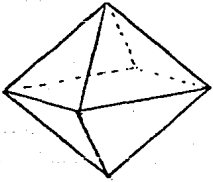
CUBO



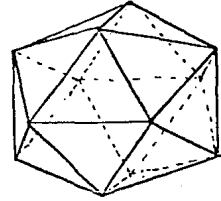
DODECAEDRO.



TETRAEDRO



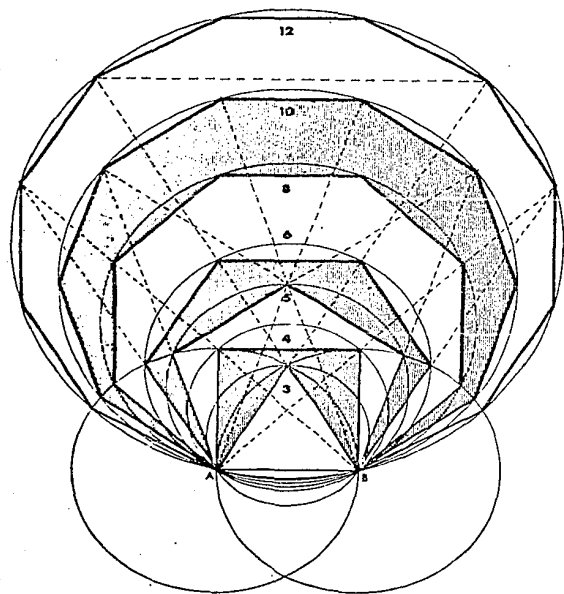
OCTAEDRO



ICOSAEDRO

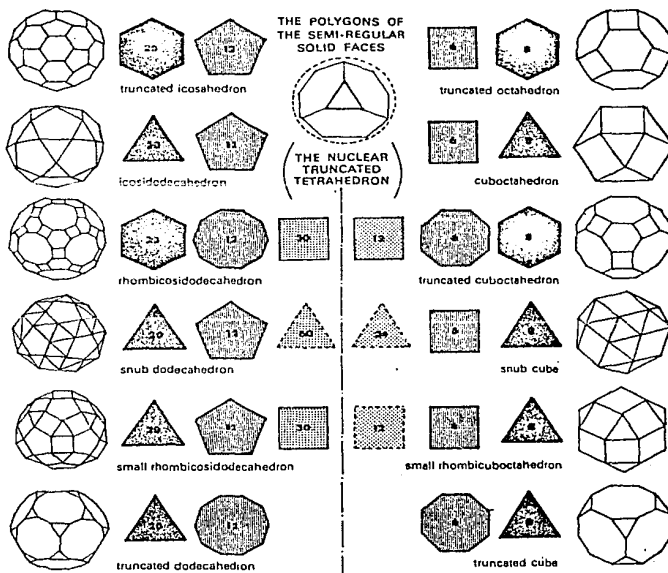
Número de vértices.	Núm. de lados (aristas)	Núm. de caras (con características)	Nombre del Poliedro
4	6 aristas (3 x vértice)	4 triángulos equilá. (3 x vértice)	Tetraedro
6	12 aristas (4 x vértice)	8 triángulos equilá. (4 x vértice)	Octaedro
8	12 aristas (3 x vértice)	6 cuadrados (3 x vértice)	Cubo
12	30 aristas (5 x vértice)	20 triángulos equilá. (5 x vértice)	Icosaedro
20	30 aristas (3 x vértice)	12 pentágonos (3 x vértice)	Dodecaedro

LA GENERACION DE LOS POLIGONOS BASICOS
 Patrón de desenvolvimiento o Grados de
 Orden en el Espacio

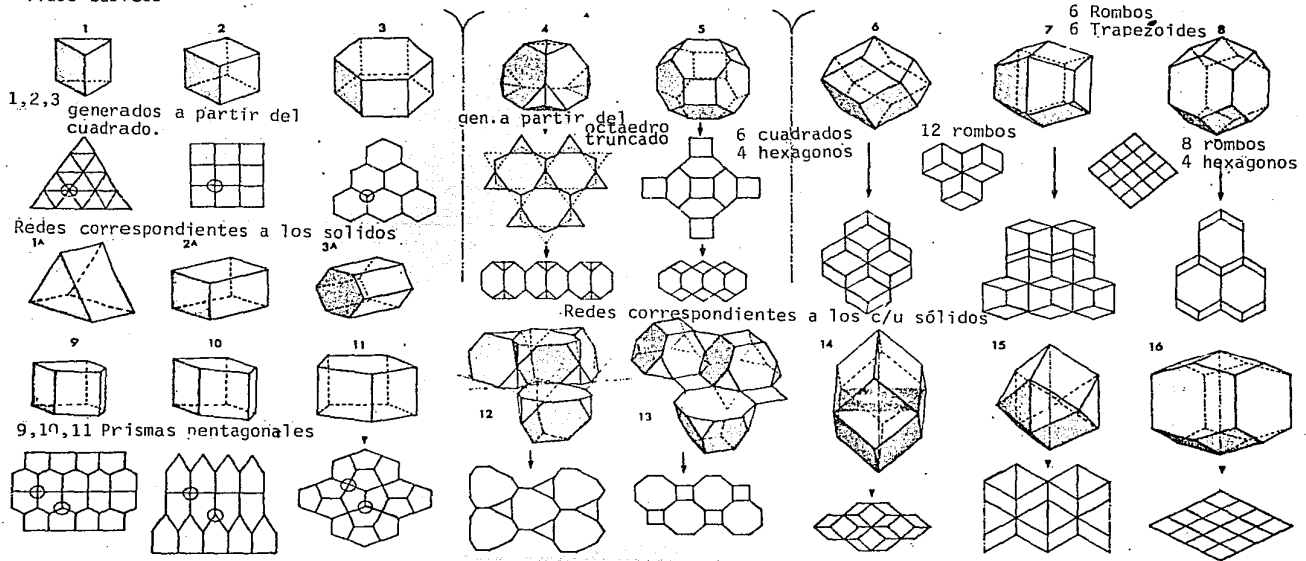


El triángulo es el polígono peripuesto y sólo su figura estructural, es seguida por el cuadrado, pentágono, hexágono, octágono y decágono.

LOS SOLIDOS SEMI-REGULARES O ARQUIMIDIANOS ANALIZADOS POR
 NUMERO Y CUERPO DE CARAS



Simple empaquetamiento de los sólidos básicos



Empaquetamiento espacial correspondiente a c/u de los sólidos

La presente tesis sólo trata la investigación en el plano bidimensional, por lo tanto solamente la breve explicación anterior tendrá lugar con respecto a este tema para no entrar en otro nivel de estudio más complejo. (Para mayor referencia con respecto a las estructuras en el espacio ver a Paul Jaques Grillo, Rafael Leoz, Peter Pearce,-- Robert Williams y Alan Holden; autores que tratan el tema profundamente)

RESUMEN:

FORMA GEOMETRICA

Las Particiones del Plano.

1. Para subdividir una superficie plana en elementos isomorfos se -- realizan dos tipos de operaciones:

- a) Mediante una red de puntos (g nerica, rectangular, rómbica, cua-- drada, hexágona).
- b) Mediante polígonos regulares, los cuales deberán satisfacer las - siguientes condiciones:

El  ngulo en el vértice de un polígono deberá ser un submúltiplo- de 360° , no mayor de 120° y que ni menos de tres ni más de seis - polígonos se unan en cada nodo, para no dejar intersticios.

Existe un método numérico por medio del cual se pueden analizar las - diversas redes a que dan lugar las condiciones anteriores.

Relación Simetría y Repartición del Plano.

2. La simetría de rotación de cualquier figura con respecto a su eje da lugar a cuatro tipos de subdivisiones del plano:

- a) Doble doblez, b) triple doblez, c) cuádruple doblez, d) séxtuple- doblez.

La simetría de reflexión se da cuando uno de los lados de un polígono es la reflexión del otro lado con respecto a un eje el cual se biseca al polígono. (también llamada simetría bilateral)

Patrones Abiertos con Polígonos Irregulares.

3. En una red los patrones abiertos generan espacios con polígonos - irregulares en donde uno de los vértices no está rodeado.

Patrones Concéntricos con Pentágonos Regulares.

4. Las figuras regulares que dan lugar a este tipo de patrones con - un eje de simetría, y que a su vez sean concéntricos y abiertos, son- el pentágono y/o decágono.

Los sistemas de empaquetamiento concéntricos pueden estar formados -- por dos grandes clases de figuras regulares:

- a) Los pentágonos, el sept gono, el decágono.
- b) El triángulo, el cuadrado, el hexágono, el nonágono.

Normas básicas para la formación de patrones:

- a) Sólo aquellos polígonos regulares con número de lados que son divisibles entre 2, 3, 4 y 6 son capaces de crear una infinita repartición en el plano.
- b) Los polígonos regulares múltiplos de 2, 3, 4 ó 6 dobles simétricos pueden ser la base de un patrón abierto periódico, (en donde no todo el espacio sea llenado con polígonos regulares para formar un patrón repetitivo).
- c) Cualquier polígono regular que no sea divisible entre 2, 3, 4 ó 6 será capaz de generar patrones concéntricos con un centro de simetría.

Redes Binarias.

5. Están formadas por la unión de los centros de los polígonos de la red original, tomándolos como nuevos vértices o nodos de los que se da lugar a la red binaria.

Ejemplos de estas redes son: Red cuadrangular dual, triángular y hexágona. Así como también las redes duales regulares y semiregulares (que generan polígonos irregulares).

Trayectorias Cerradas.

6. Cada una de las diferentes redes tiene su propia trayectoria cerrada que se forma a partir de cierto número de movimientos que completan un ciclo al volver al punto inicial dentro de una red.

El Sistema de Redes en la Naturaleza.

7. Las redes hexagonales se encuentran con mucha frecuencia en tejidos celulares vivos, en los ojos de los insectos, en la colmena de las abejas, y en muchos otros ejemplos que proporciona la naturaleza esto se debe principalmente a la tensión física superficial que hace que las células adquieran la forma esférica al desarrollarse por expansión.

El Principio de Mínima Acción.

8. Las unidades vivas cuyas formas son resultantes de propiedades morfogénicas de los elementos que las constituyen, se justifican sólo cuando estas formas proceden de una directiva interior (fuerzas intrínsecas) que propician la economía de la sustancia, y que inducen al agregado celular, para la mejor realización (mínima acción) de una función en su medio ambiente (fuerzas extrínsecas) por medio-

de las relaciones de la individualidad celular con su medio.

Las Formas de los Tejidos (desde el punto de vista físico).

8. Las formas de los tejidos (de organismos vegetales en este caso) son estudiadas por los físicos bajo aspectos de tensión superficial, equilibrio de fuerzas según el teorema de Lamy.

Bajo el criterio de que un sistema de agregados celulares logra su equilibrio al reducir las superficies de contacto tanto como sea posible y de acuerdo a las exigencias de los materiales y las fuerzas externas que actuen sobre dichas superficies.

Se dice que:

- a) Tres fuerzas sólo pueden estar en equilibrio cuando cada una de ellas es menor que la suma de las otras dos.
- b) Tres superficies pueden ser semejantes siempre que sus tensiones y ángulos sean equivalentes, independientemente de la forma y/o magnitud.
- c) Si tres superficies son diferentes, las tensiones superficiales serán también, y éstas diferirán en forma en lo que a su curvatura se refiere.
- d) Si dos superficies son semejantes y sus ángulos iguales el tercer ángulo será igual a la diferencia entre 360° y la suma de los otros dos.
- e) Una superficie se funde con otra en una curvatura continua, cualquiera que sea la forma de las superficies y el ángulo entre ellas, estarán unidas por una curva o punto de contacto llamado burlete.
- f) En el tejido parenquimático de una planta, las células tienen las esquinas interiores redondas y adquieren la apariencia esférica.

Características generales de las capas celulares de una planta:

Se consideran desde el punto de vista botánico tres capas:

- a) Epidermis, es una capa celular que recubre todas las superficies de una planta. Estas células son en términos generales semejantes entre sí, y tienden a encontrarse en ángulos iguales a 120° . Por otra parte la formación de la 'cutícula' (capa protectora superficial) genera un aumento de presión que da como resultado la

alteración de ángulo de reunión engendrado formas rectangulares- que tenderán a aproximarse a los 90°.

- b) La capa del tejido vascular, compuesto por el xilema y el floema Su posición intermedia y de gran compresión obliga a las células a desarrollarse en un sólo plano.
- c) La capa de sistemas de tejidos fundamentales, en la que se incluyen el parénquima, esclerénquima y colénquima, las células de esta capa forman poliedros de 12 a 14 caras.

Crecimiento Diferencial, Efectos en los Bordes.

9. Dentro de los sistemas de empaquetamiento de los sistemas biológicos, es de considerable importancia los efectos en los bordes debido a las secuencias de crecimiento, solidificación, etc., y se considera que en el caso de algunos de estos sistemas se produce generalmente el patron trirradiado hexágonal. De esta manera: Si tres bordes se encuentran en un punto mientras diversos polígonos son dados, entonces, en cualquier red lo suficientemente larga, la mayor parte de los polígonos serán hexágonos.

Los polígonos pueden sufrir deformaciones, o transformar su figura - mediante diversas operaciones:

- a) Por Alargamiento,
- b) Por Compresión.

Estos efectos pueden producir cambios en:

- a) los lados de la figura, b) en los vértices de la figura, c) modificación total de la figura, tanto en sus lados como en el cambio de sus vértices.

Así encontramos diversas denominaciones según la deformación de la - figura:

- a) Cuerpos ortosimétricos concavos
- b) Cuerpos ortosimétricos convexos
- c) Cuerpos ortosimétricos concavo/convexos
- d) Cuerpos quirosimétricos concavos
- e) Cuerpos quirosimétricos convexos
- f) Cuerpos quirosimétricos concavo/convexos
- g) Cuerpos ortoquirosimétricos concavos
- h) Cuerpos ortoquirosimétricos convexos

i) Cuerpos ortoquiro-simétricos concavo/convexos.

El Uso de Coordenadas Matemáticas en el Estudio de los Bordes de los Organismos Biológicos.

10. El uso de coordenadas radiales, es un método matemático-geométrico que se aplica en botánica para describir y estudiar la forma - en que se ordenan radial y simétricamente, las fuerzas de crecimiento en particular de las hojas, semillas, flores y frutos de las plantas angiospermas, dando así lugar a la descripción y nomenclatura de las curvaturas, los bordes y la disposición en cuanto a la forma de los mismos.

Algunas de estas coordenadas son:

- a) Coordenadas Isogonales. Describen la forma de las hojas principalmente y la disposición de sus nervaduras de acuerdo a fuerzas de equilibrio. A su vez, estudian las fuerzas que actúan para de terminar la forma de los frutos, en donde se explican y marcan - los puntos de detención a partir de curvas que comparten los --- principios de este tipo de coordenadas.
- b) Curvas de Grandi. Los principios simétricos, los cálculos matemáticos y trigonométricos que encierra esta curva, permiten al botánico estudiar la forma de las flores pentámeras.
- c) Curva Sinusoide. Son diagramas de curvas compuestas, construídas con la ayuda de las series matemáticas de Fourier que explican - las formas de las hojas arracimadas, las flores polipétalas u hojas con varios foliolos (varias hojas pequeñas).

Catálogo de Formas Naturales.

11. En estos catálogos prevalecen las formas y redes hexágonales en el plano en diversas escalas, aquí se brindan ejemplos de plantas, - animales, etc.

Las Estructuras Naturales y el Espacio.

12. Las estructuras naturales son en su mayoría, tridimensionales - y estudiados en base a siete grupos de simetría que corresponden a - cada uno de los poliedros básicos.

PARTICIONES DEL PLANO

CITAS BIBLIOGRAFICAS.

1. G. Bonsiepe, Teoría y Práctica del Diseño Industrial; p. 166
2. M. Ghyka, The Geometry of Art and Life; pp. 71 - 73
3. P. Pearce, Structure in Nature is Strategy for Design; p. 30
4. ibidem.
5. ibidem.
6. ibid., p. 31
7. K. Critchlow, Order in Space; p. 76
8. ibid., p. 77
9. ibid., p. 68
10. M. Ghyka, Estética de las Proporciones en la Naturaleza y en las Artes; p. 102
11. ibid., p. 129
12. ibidem.
13. D'arcy Thompson, Sobre el Crecimiento y la Forma; p. 89
14. ibid., p. 90
15. ibid., p. 91
16. ibid., p. 92
17. ibid., p. 100
18. P. Pearce, op. cit., p. 12
19. D'arcy Thompson, op. cit., p. 269
20. ibidem.
21. B. Fuller, Conceptualidad de las Estructuras Fundamentales; p. 80
22. M. Ghyka, Estética ..., op. cit., p. 116
23. R. Williams, The Geometrical Foundation of Natural Structure; ---
p. 54

4.2.4 LA FORMA Y EL ESPACIO

Cuando una forma es considerada dentro de un contexto espacial, puede adquirir diversas características de acuerdo con la figura y el fondo. Dando como resultado diversas distribuciones del espacio así podemos encontrar:

- a) Una forma blanca sobre fondo blanco.
- b) Una forma blanca sobre fondo negro.
- c) Una forma negra sobre fondo blanco.
- d) Una forma negra sobre fondo negro.

Las formas pueden relacionarse entre sí al estar penetradas, unidas, en rozamiento, superpuestas (o en sustracción que es una superposición) e intersectadas.

4.2.5 FORMA Y COLOR

Existen para los tres colores primarios tres formas fundamentales descritas como cualidades expresivas de la forma; así, color y forma deben de sincronizarse para apoyar mutuamente su expresividad, y fuerza perceptual:

De esta manera el rojo está representado por el cuadrado, que simboliza un movimiento concéntrico o excéntrico a su vez una materia que está dispuesta como una gravedad limitada.

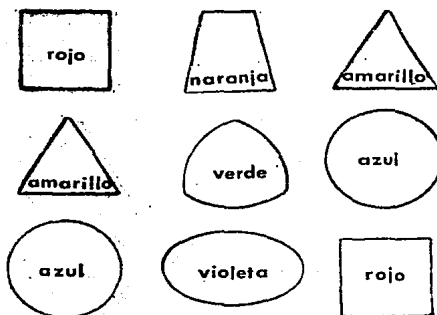
El amarillo está representado por el triángulo, produce un efecto de pugna y agresión; el triángulo simboliza la radiación de energía en todas direcciones hacia afuera.

El azul está representado por el círculo genera una sensación de relajamiento y de suave movimiento concéntrico. Es el símbolo del espíritu del movimiento.

El naranja está representado por el trapecoide.

El verde se representa por medio de un triángulo cóncavo.

El violeta está representado por una elipse. (Figura 1).



Cuando los colores y las formas concuerdan en su expresión, su efecto es aditivo. Es decir, las cualidades del color se suman a las de las formas geométricas, dando como resultado una mejor estimulación para el observador. (Ver aplicaciones en cuanto a forma y color en el capítulo de Color y empaque).

4.3 LA FORMA DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA FISICA EN ORGANISMOS VIVOS.

D'arcy Thompson abunda en este tema y nos brinda un extenso estudio del cual hemos considerado importante extraer algunos datos de interés. Para adentrarnos a los términos de crecimiento y forma en su relación con el estudio de los organismos vivos, se necesita considerar leyes físicas y matemáticas a las cuales están sometidos.

Por lo pronto diremos que el crecimiento de un organismo se estudia en relación con la forma:

Ya sea sí el crecimiento se manifiesta por un simple aumento de tamaño sin alteraciones aparentes de la forma, o bien si aparece como un cambio gradual de la misma, unido a un lento desarrollo de su estructura.

La forma de cualquier porción de materia tanto viva como inerte y -- los cambios que surgen en ésta se manifiestan en su crecimiento y sus movimientos y en todos los casos se describen como debidos a la 'acción de una fuerza' o bien como 'un diagrama de fuerza' (desde el punto de vista físico) en el sentido de que a partir de él se pueden deducir las fuerzas que están actuando o han actuado sobre él.¹

En los organismos vivos, los movimientos de la sustancia viviente se deben interpretar de acuerdo a la conformación de sí mismo, cuya permanencia o armonía se explica por la interacción o equilibrio de las fuerzas.

De aquí podemos deducir que: "El estado de una porción de materia incluyendo su aspecto o forma, es el resultado de un cierto número de fuerzas que representan y simbolizan la manifestación de cierto tipo de energía".²

Una fuerza puede ser considerada como cualquier factor que pueda actuar dentro o fuera de la materia para determinar una forma dada.

La forma de cualquier estructura está determinada por la interacción de dos clases fundamentales de fuerzas:

4.3.1 Fuerzas extrínsecas. Las cuales gobiernan las influencias del ambiente exterior de cualquier sistema estructural.

4.3.2 Fuerzas intrínsecas. Las que organizan los factores que son in-

herentes a un sistema estructural.

Por lo tanto, en cuanto más simple sea la configuración de fuerzas a las cuales está supeditado un organismo, más simple será su forma.

4.3.3 Forma y Resistencia.

Un axioma fisiológico relacionado en parte con el fenómeno de aumento de resistencia por consecuencia de la tensión en una forma es la condición derivada de realizar un esfuerzo, el cual es un estímulo directo para el crecimiento.³

Cuando la presión provocada por un peso constante o creciente (como por ejemplo el peso que aguanta un pedúnculo que sostiene a un fruto en una rama al incrementar su peso debido al crecimiento) produce un aumento de resistencia en los tejidos que soportan dicho peso, sin que exista un aumento visible en la masa de la porción sustentante. Experimentos ampliamente confirmados afirman que hipotéticamente la resistencia de un tejido se debe al fortalecimiento de las fibras -- originales, debido a algún cambio en la estructura molecular del mismo.

Si se considera el fenómeno del aumento de resistencia a consecuencia de una reorganización molecular, donde la condición isotrópica original se transforma progresivamente en una asimetría molecular; y aparentemente, se 'autoadapta' al aumento de presión que debe soportar. La resistencia de una fibra vegetal cargada con un peso dado, será consecuencia de una posible coordinación en el fenómeno de crecimiento para desplegar la fuerza donde más se necesita.

El origen o causa del fenómeno reside en dos fases:

La primera, es la tendencia del crecimiento a acelerarse bajo presión. La segunda, es el efecto automático de la fuerza de deslizamiento que desplaza las partes que crecen oblicuamente a las líneas directas de tensión o presión, dejando en su sitio las que son paralelas o perpendiculares a dichas líneas.

Un efecto automático que seguramente funciona en todas las escalas de magnitud, y que se explica por la reorganización de diminutas partículas de la fibra vegetal, así como por el alineamiento de los tejidos de la planta.⁴

La mayor resistencia o equilibrio de las fuerzas de flexión en las -

plantas, y el nivel de estabilidad que posee la forma para hacerlo recuperar su posición inicial cuando se haya alterado en su economía de peso y de volumen. Son factores estudiados por un botánico e ingeniero llamado Schwenderier quien demostró mediante sus investigaciones que la "resistencia y flexibilidad de los tallos puede atribuirse a la -- disposición longitudinal de los haces vasculares 'xilema y floema' -- (ver anexo de botánica en el capítulo de la estructura interna del tallo) acomodados de tal manera que formen círculos concéntricos".⁵ De tal suerte que la planta permite asegurar la resistencia de la fibra hasta el límite de elasticidad, cuando el equilibrio de la estructura se pierde y sobrepasa dicho límite sobreviene un 'punto de ruptura'.

Por lo que se puede decir que las plantas satisfacen en su perfil y en la distribución de su peso, las mejores condiciones de forma y de resistencia en relación con su crecimiento y su ciclo vital. Este tipo de estudios nos permiten adentrarnos más en el terreno de la investigación cuando deseemos crear un diseño, tal es el caso real que tomó un modelo natural, para emplearlo por analogía en la creación de un diseño arquitectónico. Es el caso del Puente Forth, el cual fue construido con tubos que corresponden con todo detalle a la estructura de una rama o tallo cilíndrico y es la aplicación valiosa de este principio, para la ingeniería, y he aquí que se demuestra que tanto en una obra de arquitectura como en el esqueleto de un animal o la estructura de una planta se tiene que asegurar la superficie de resistencia en base a su flexión, límites y equilibrio.⁶

4.4 FORMA Y MATERIAL.

La forma que ofrece la mayor rigidez y resistencia a todas las fuerzas de tensión y erosión son las más valiosas para el diseñador. Cada materia reacciona diferente bajo fuerzas de compresión, tensión, o torsión y asumirán sus propias formas de resistencia. Estas formas particulares son para cada material una parte integral del lenguaje del diseño.

Por lo que es importante usar el material adecuado, y de acuerdo a la forma a la que pertenezcan.

4.5 FORMA Y NATURALEZA.

Todos los seres vivos son producto de una gradual evolución.

La evolución morfológica de una especie viva se basa en la adaptación al medio según las condiciones de vida de sí misma. Las formas evolucionadas tienen como característica común la perfección desconcertante con que realizan mediante mecanismos propios de su forma el funcionamiento en su medio ambiente.

La perfecta adaptación de un ser vivo a sus condiciones de vida están sugeridos por su forma.

4.5.1 El Símbolismo de la Forma.

Las formas de las flores y los frutos tienen, por su resistencia una capacidad estática y por su crecimiento armonioso, una sugestión dinámica; las formas que evocan directamente las ideas de germinación, de florecencia, de fecundidad, desempeñan un papel primordial en el simbolismo ya que evocan imágenes personales profundas en el subconsciente del individuo.

La flor como objeto o tema del diseño artístico es parte integral de la Historia del Arte.

El Arte Contemporáneo pone de manifiesto este tema con el autor William Morris, artista que funda en 1861, la primera gran casa de decoración, hecho que resultó de enorme trascendencia, por ser quizá, la primera piedra de la Escuela del Diseño Industrial, como la concebimos en la actualidad.

El verdadero interés de Morris radicó en la postura novedosa de recuperar para el arte su fundamento social, y creyó en la necesidad de rodear al hombre de una ambientación armónica dentro de todas las artes, para que contrarestará la deshumanización creada por la Revolución Industrial.

Su postura y preocupación tuvieron como objeto la fabricación en serie, la extinción de los artesanos y pequeños comerciantes que se debió a la abolición del arte puro y pugó por que esta nueva postura se conectase con la vida cotidiana.

Los diseñadores encabezados por Morris, crearon así una nueva corriente artística llamada 'Art Nouveau' que tuvo como fin enriquecer, embellecer y lograr un orden unificado de armonía mediante la utilización

y aplicación de la tecnología, la ciencia, la máquina, los metales, - el cemento armado, el vidrio, materiales que transformaron en formas y elementos naturales, |extraídos del campo biológico y que son insi-- nuaciones decorativas, bajo la idea de un servicio estético- social. La decoración se convirtió en una necesidad vital que se extendió por todos los campos desde el muro hasta las telas, la comida, la tapice-- ría, la tipografía en cualquier área donde surgía.

Las estructuras orgánicas de los diseños del Art Nouveau invadieron la arquitectura, la pintura, la decoración, la literatura, los utensi--- lios culinarios, la joyería, etc.

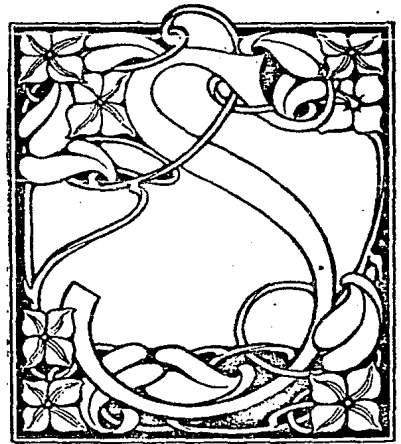
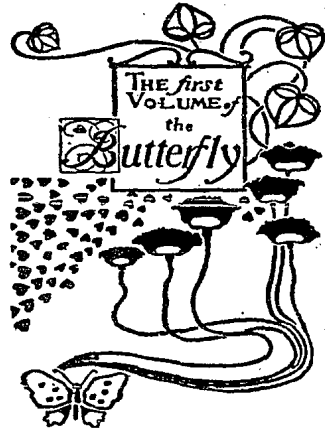
William Morris, Mucha, y otros artistas dieron a este estilo modelos-- representados por suaves formas florales, casi lineales en su confor-- mación, estampados que reflejan una íntima relación con la naturaleza. Los artistas contemporáneos del Art Nouveau apeándose tan fielmente -- como les fue posible a la naturaleza tuvieron que hechar manos de los conocimientos de los científicos botánicos, quienes tuvieron que adentrarse en el campo de su estudio para proporcionar a los artistas ma-- teriales, motivos gráficos, artículos científicos, e ilustraciones de formas naturales que les ayudarán en su inventiva formal.⁷

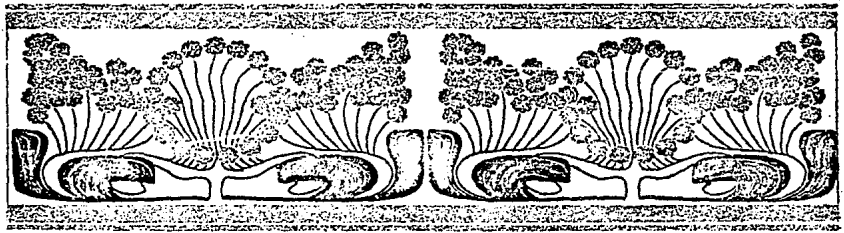
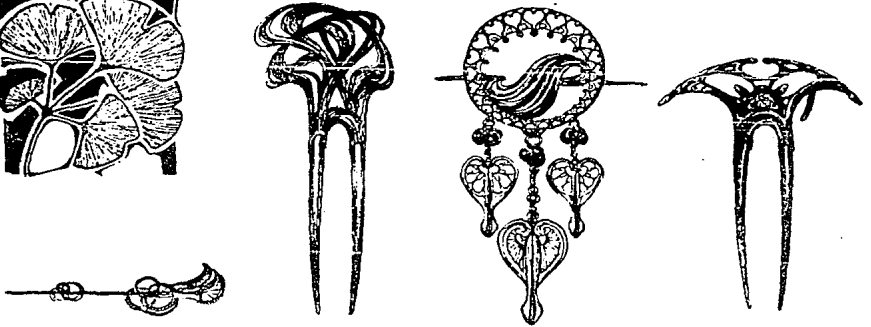
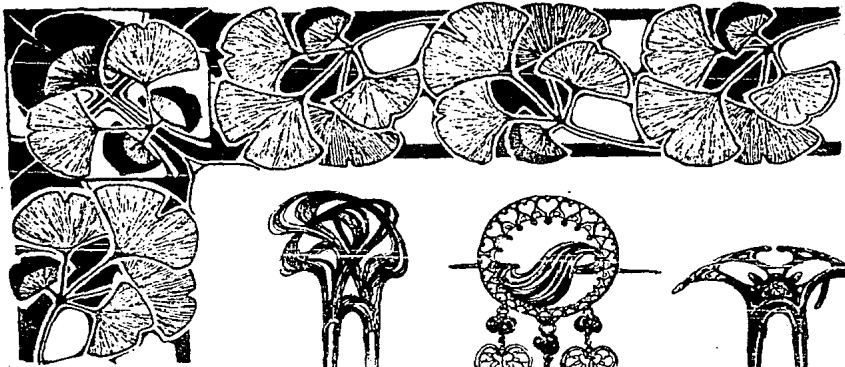
A pesar de que el Art Nouveau es a veces una saturación inaudita de -- formas orgánicas, muestra en sí misma, como es posible crear una es-- trecha relación entre la forma y la función aplicables a problemas de la vida cotidiana en base a recursos naturales.

Estos objetos poseen otra cualidad más, se preocupan por el detalle, -- exaltado por sus formas armónicas, sus texturas y por la repetición -- de patrones naturales, con un sentido estilizado y una combinación in finita, proporcionando al diseño una riqueza visual, evocadora de la-- sensación dinámica de movimiento absoluto.

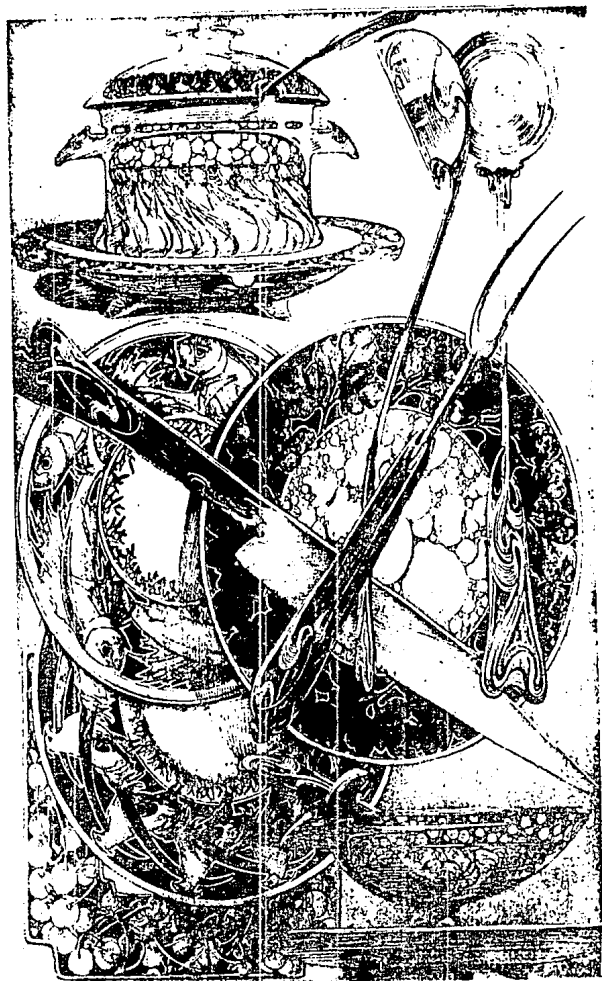
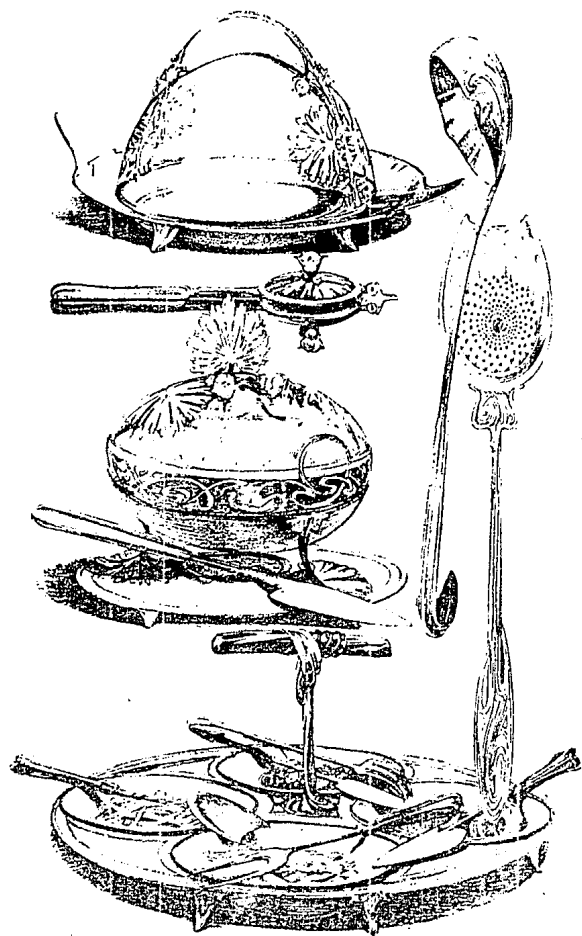
A continuación se muestran algunas ilustraciones que pertenecen a és-- ta corriente artística, en los campos y áreas en donde surgieron.
(ver láminas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7)



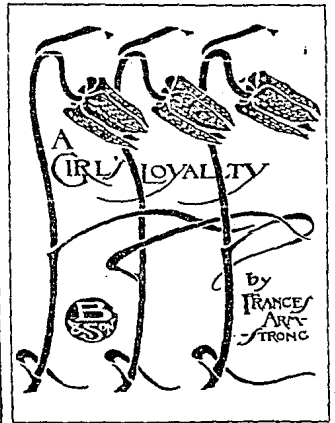
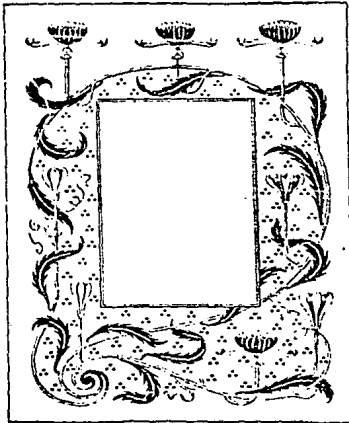
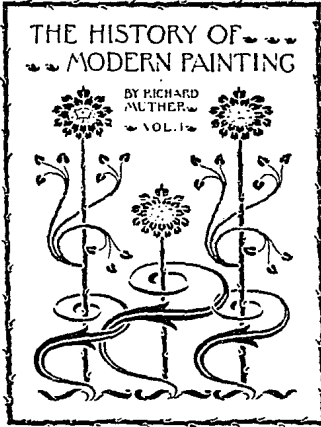








THE HISTORY OF MODERN PAINTING BY R. LAUTHNER VOL. I





4.6 FORMA Y FUNCION

La naturaleza está ordenada armónica y perfectamente, de modo que la función de cada una de las partes de un todo está íntimamente ligada a la forma que posee.

Desde el punto de vista biológico, cada organismo está capacitado para sobrevivir y cumplir su función óptimamente.

En el caso de los insectos o cualquier otra especie viva, sus órganos sensitivos son altamente selectivos, ya que actúan sobre un universo específico que les rodea; estos sólo le informan sobre que les es --- útil para su vida. El análisis de las preferencias naturales de las abejas ha demostrado que se dirigen hacia estructuras de forma radial o granulada, característica de las estructuras florales. Estos insectos están capacitados para satisfacer sus necesidades que son las de localizar a gran distancia las flores donde encuentran su alimento.

Las flores por su parte están diseñadas de tal manera que logran la perpetuación de su especie a través de sólo una o a lo más dos especies. La estrecha relación que existe entre su forma, la profundidad del tubo de la corola y la longitud de las piezas bucales chupadoras del insecto polinizador confirma una vez más que son formas funcionales para objetivos específicos.

Otro ejemplo claro en este caso son las hojas de las plantas que están construidas por una estructura laminar plana y delgada de color verde, que hace posible se filtren los rayos solares y el oxígeno del medio ambiente, que le permiten realizar su función que es la elaboración de sus alimentos mediante la energía que obtiene de su universo ambiental.

Y así podríamos enumerar muchos casos en los cuales la forma y la función son óptimamente resueltas, pero vayamos ahora con el campo de nuestro estudio que es el diseño gráfico.

4.6.1 El Diseño Gráfico-La Forma y la Función.

La función del diseño gráfico es la de transmitir un mensaje a un receptor a través de elementos y composiciones gráficos.

Si observamos los ejemplos anteriormente citados podríamos proponer que la transmisión de un mensaje se diera en base a la forma (o los elementos adecuados de composición gráfica) y la función, (la efecti-

vidad del mensaje) tal que siguiéramos el método que nos ofrecen los modelos naturales, en donde como hemos visto cumplen perfectamente -- con su misión.

Podríamos mencionar que las herramientas indispensables para lograr -- que la forma sea funcional son todas aquellas técnicas de representación gráfica, de proporcionalidad, de simetría, de color, de estructura, de ritmo, de armonía así como la profunda investigación del medio ambiente, del receptor del mensaje, de tal modo que todos los elementos que intervinieran para que la forma fuera funcional fueran explícitamente pensados y estudiados para cumplir con el objetivos para el que fueron creados, sin que ninguno de estos fuese sólo el producto -- caprichoso de ornamentación sin motivo alguno.

Por esto es importante conocer los medios con los que cuenta un diseñador gráfico los cuales se estudian en la presente tesis, de modo -- que los elementos más importantes para el estudio de la forma para -- destinarla a ser funcional, esten reunidos y sean accesibles para --- cualquier estudiante de esta carrera.

Otro factor que es importante mencionar es la de la profesionalidad -- con que se elaboren los diseños, así como la creatividad del diseñador gráfico.

RESUMEN:










LA FORMA Y EL ESPACIO

1. La forma puede estar en relación con el espacio que ocupa, denominándose así como forma positiva o forma negativa. (en una composición gráfica).

Haciendo referencia a este tema se puede hablar de las relaciones que toma la forma y la distribución del color, así como la relación figura-fondo.

LA FORMA Y EL COLOR

2. El color y la forma se sincronizan para apoyarse mutuamente en -- sus cualidades expresivas. Cada uno de los colores primarios están representados por un cuerpo geométrico que determina las cualidades expresivas de dicha forma con respecto al color que representa así:

rojo		amarillo		naranja	
amarillo		azul		verde	
azul		rojo		violeta	

LA FORMA DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA FISICA EN ORGANISMOS VIVOS

3. La forma de cualquier porción de materia tanto viva como inerte y los cambios de la forma que se manifiestan en su crecimiento, así como sus movimientos pueden en todos los casos describirse como debidos a la 'acción de una fuerza' en el sentido de que a partir de ella se pueden deducir las fuerzas que están actuando o han actuado sobre la forma.

Así todos los procesos vitales que dan como resultado el fenómeno del crecimiento de un organismo y que se producen dentro de la célula se describen como fuerzas (químicas, eléctricas, que representan la manifestación de energía), sin discutir su naturaleza u origen. Y mientras más simple sea la configuración de las fuerzas a las cuales esta supeditado un organismo, más simple será su forma y viceversa.

Por lo tanto, una fuerza considerada como cualquier factor y actúa -- dentro o fuera de una forma para determinarla.

Los factores que interactúan dan lugar a dos tipos de fuerza:

- a) Fuerzas Intrínsecas. Gobiernan los factores inherentes a un sistema estructural.
- b) Fuerzas Extrínsecas. Gobiernan los factores del medio ambiente -- que rodea a un sistema estructural.

Forma y Resistencia.

4. El fenómeno de aumento de resistencia tiene como consecuencia una reorganización molecular o 'auto-adaptación' en la estructura interna de los tejidos vegetales (podemos hablar particularmente de las plantas) y una tendencia al crecimiento acelerado bajo la presión ejercida en un punto por un peso constante o creciente.

Por lo que se puede decir que estas formas satisfacen en su perfil y en la distribución de su peso, resistencia, (a presión o flexión) las mejores condiciones funcionales, en relación a su crecimiento y su ciclo vital. Ya que son capaces de lograr una estabilidad por medio del equilibrio de sus fuerzas de flexión, para recuperar su posición inicial cuando se haya alterado su economía de peso y de volumen.

FORMA Y MATERIAL

5. Cada forma está constituida de materiales diversos dependiendo de su estructura y organización; el material constituyente reacciona diferente bajo fuerzas de compresión, tensión o torsión y asumirá respuestas diversas de resistencia.

Cada forma usa un material adecuado dependiendo de la naturaleza a la que pertenezca, así un diseñador deberá de seguir este ejemplo.

FORMA Y NATURALEZA

6. Todos los seres vivos son producto de una gradual evolución y tienen como característica común a sus formas y mecanismos, su perfección desde el punto de vista práctico de su funcionamiento en su medio ambiente, su inmejorable adaptación a su razón de ser, sugerida por su forma.

El Simbolismo de la Forma.

7. Las formas vegetales, animales o minerales poseen un papel que desempeñan en el simbolismo, ya que evocan imágenes personales profundas.

das en el subconciencia del individuo.

Así por ejemplo, la flor evoca ideas simbólicas de fertilidad, y es un tema empleado con frecuencia en la Historia del Arte Contemporáneo especialmente en el 'Art Nouveau' (movimiento artístico encabezado --- principalmente por William Morris, quien en 1861, funda la primera casa de decoración, que es el primer eslabón dentro de la Escuela de Diseño Industrial como se conoce en la actualidad) que utiliza y aplica la tecnología, la ciencia y la máquina en la transformación de estructuras orgánicas en formas plástico-decorativas.

Las estructuras orgánicas de los diseños del Art Nouveau invadieron la arquitectura, la pintura, la decoración, la literatura, los utensili---lios culinarios, la joyería de su época etc.

A pesar de que el Art Nouveau es a veces una saturación inaudita de -- formas orgánicas, muestra en sí misma, como es posible crear una es--trecha relación entre la forma y la función aplicables a problemas de la vida cotidiana en base a recursos naturales.

FORMA Y FUNCION

8. La naturaleza esta ordenada armónica y perfectamente, de modo que la función de cada una de las partes de un todo está íntimamente ligada a la forma que posee.

Desde el punto de vista biológico cada organismo esta capacitado para sobrevivir y cumplir su función óptimamente gracias a su forma.
Forma y Función desde el Punto de Vista del Diseño Gráfico.

9. La función del diseño gráfico es la de transmitir óptimamente un mensaje a un receptor a través de elementos y composiciones gráficos. Si siguiéramos el método que nos ofrecen los modelos naturales se lograría la transmisión de un mensaje óptimamente si se tuviera como base a la forma (o los elementos adecuados de composición gráfica) y la función (es decir la efectividad del mensaje).

Podríamos mencionar que las herramientas indispensables para lograr - que la forma sea funcional son todas aquellas técnicas que emplea el diseñador, así como un método de investigación para que todos los elementos que intervinieran en un diseño fueran explícitamente pensados- y estudiados para cumplir con el objetivo para el cual fueran creados

LA FORMA DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA FISICA; FORMA Y NATURALEZA

CITAS BIBLIOGRAFICAS.

1. D'arcy Thompson, Sobre el Crecimiento y la Forma; p. 10
2. ibidem.
3. ibid., p. 231
4. ibid., pp. 232, 233
5. ibid., p. 222
6. ibid., p. 224
7. S. Marein, Flowers in Design; pp. 15, 16, 18, 61, 89

CAPITULO

5**PROPORCION**OBJETIVOS

El estudio de la proporción tiene como finalidad didáctica, sensibilizar la capacidad del diseñador para percibir las relaciones entre medidas. Las numerosas reglas de proporción -- que intervienen en el crecimiento de las formas biológicas y aspectos de tensión, flexión, en donde actúan elementos de magnitud y escala expresan y brindan al diseñador un claro ejemplo de orden y relación entre las diversas partes de cualquier sistema biológico, mismo que debe tener la composición gráfica.

Otro aspectos de proporcionalidad es la espiral logarítmica, un esquema de crecimiento homotético en la distribución óptima de los elementos y las relaciones de posición y dirección que motivan la sensación de ritmo y movimiento secuencial.

5.1 HISTORIA DE LA PROPORCION.

El problema de la proporción ha sido de continuo interés a través de la Historia. Los griegos la llamaron 'simetría' y tomaron como modelo al hombre, mediador proporcional del cosmos.

Vitrúvio, arquitecto romano, adoptó el término de simetría, e introdujo como base de ella un 'módulo' que es el número 1.618.

Los arquitectos góticos llamaron a esta relación 'commodulatio' que significa relación de módulo.

Platón fué el primer en percatarse de que "por lo menos tres términos son necesarios para expresar una proporción"¹.

En el siglo XVII, durante el Renacimiento, la preocupación por establecer sistemas geométricos y divisiones armónicas para determinar la proporción provee de algunos de los mayores exponentes de esta época: Luca Paccioli, quien la llamó Divina proporción, y Leonardo Da Vinci quien la denominó Proporción Aurea, nombre que se adopta universalmente.

Por su parte Fibonacci aportó series numéricas que llevan su nombre y son un valioso esclarecimiento de la proporción áurea y el número de oro.

5.2 SERIE DE FIBONACCI.

"La serie de números naturales 1,2,3,4,5,6,7,8,9, tienen cada uno de ellos una unidad más que el anterior y una menos que el siguiente".² Si esta relación se hace aditiva, siendo cada término igual a la suma de los dos anteriores, se convertirá en una serie proporcional; Sí: $1+1 = 2$, $1+2 = 3$, $2+3 = 5 \dots$

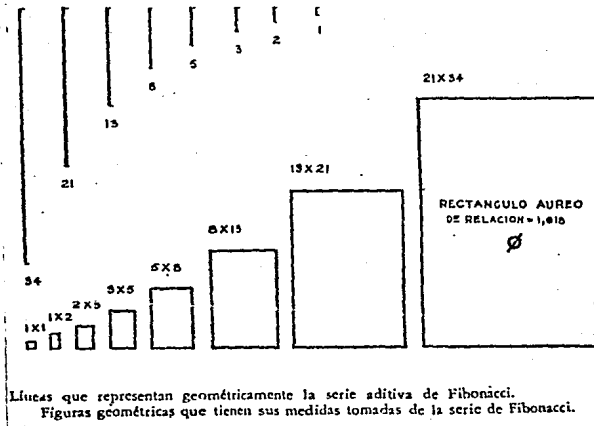
De la misma manera obtendremos la serie de Fibonacci: 1,1,2,3,5,8,13,21,34, etc.

Geoméricamente puede representarse como sigue:

Nótese que la relación de 3 o más líneas de dimensiones de ésta serie forma una figura geométrica que constituye una proporción y que, después de las medidas 21, 34, etc; forma una relación de proporciones áureas, cuyo valor equivale al número de oro 1.618.

5.2.1 El Número de Oro.

El número de oro surge de la serie de Fibonacci, como símbolo de constante relación armónica entre magnitudes diferentes, de líneas, figuras geométricas, cuerpos poliédricos u objetos analizados geoméricamente mediante proporción áurea. Su símbolo ϕ es el número de oro 1.618...



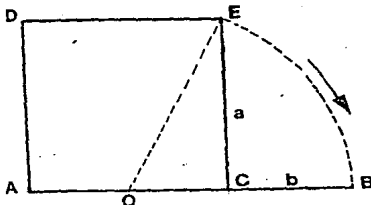
Líneas que representan geoméricamente la serie aditiva de Fibonacci.
Figuras geométricas que tienen sus medidas tomadas de la serie de Fibonacci.

5.3 PROPORCION AUREA.

La proporción áurea como ya hemos visto ha recibido diferentes nombres de acuerdo al estudioso que la ha manejado así es como encontramos: Proporción Divina, Sección Divina, (Keples, que es el primero que menciona su interés en Botánica.)

La proporción áurea se define como: "Dividir una longitud en dos partes desiguales, de tal modo que la razón entre la menor y la mayor sea igual a la razón entre ésta última y la suma de las dos. (la longitud inicial.)" ²

Esta definición se puede representar geoméricamente de la siguiente manera:



Matila Ghyka, en un reciente libro acerca de geometría, nos brinda un valioso estudio y una amplia explicación acerca de la proporción en espacio y tiempo. Y nos dice que existe confusión entre los términos de proporción y el radio, que proviene lógicamente de ésta. Por lo que Ghyka nos da primeramente la definición de radio: "Es la comparación cuantitativa entre dos objetos o agregados que pertenecen a la misma clase o especie"³. A continuación cita a Euclides con la definición de proporción geométrica diciendo que: "Proporción es la igualdad de dos radios". El concepto de proporción introduce además de una simple comparación de medidas, la idea de una nueva y permanente cualidad, un principio de orden, o sea una relación entre diferentes magnitudes y medidas. Al hablar de relación entre medidas es necesario introducir la nota que nos brinda Grillo acerca de la proporción absoluta y la proporción relativa:

5.3.1 Proporción Absoluta.

La proporción considerada como la relación entre dos dimensiones, puede tener significado; a pesar de carecer de un sentido de medidas designadas, empleado en el campo de la geometría, la relación 1:1, por ejemplo, expresada por la la proporción de los lados de un cuadrado, es absoluta y verdadera para cualquier cuadrado de cualquier tamaño.

5.3.2 Proporción Relativa.

Cuando queremos evaluar el tamaño de una figura en relación con otra, tenemos que comparalas. Estamos entonces considerando el

tamaño de la figura y para llegar a ello tenemos que remitirla a otra dimensión establecida es decir la unidad de medida. Cuando nos encontramos con figuras mesurables como parte o múltiplo de tal unidad, nos referimos entonces a la proporción relativa.

En breve, podemos decir que la proporción relativa refiere el diseño a la escala, mientras que la proporción absoluta define las características de la figura sin importar el tamaño.⁴

5.3.3 La Proporción en los Organismos Biológicos.

Waddington, al hablar acerca de las proporciones en los organismos vivos, nos dice que: "La característica dominante de las proporciones biológicas es que en cualquier forma dada, generalmente se exhiben operaciones simultáneas de numerosas reglas de proporción, en vez de sólo una".⁵ Sin omitir el factor tiempo, ya que en la gran mayoría de los casos las proporciones de una forma biológica cambian conforme ésta crece y se desarrolla.

También nos menciona que "el cambio de proporciones de un organismo biológico durante su desarrollo es obtenido por diferencias en razón al crecimiento de varias de sus partes, algunas de las cuales crecen más rápido que las otras."⁶ Existe muy a menudo una relación simple ente los rangos de crecimiento de partes bien definidas, ésta relación (la cual no es universal pero que es común) es una simple constante de proporcionalidad, que se dá entre los rangos de crecimiento. A este tipo de relación se le conoce como alometría (o crecimiento alométricos)⁷.

La palabra alometrismo proviene del griego 'allos'- otros, diferente, y 'metros'- parte. Un término aplicado a la variación en la constitución química sin el cambio de la forma; está ligado a la variación en los elementos que constituyen la forma o en las proporciones que como en ésta, estén presentes, sin cambiar su forma.

Una definición de crecimiento dada en términos de biología, es la que nos brinda Wilson y Loomis en su libro de Botánica y dice: "El desarrollo comprende una serie de diferenciaciones morfológicas gobernadas por un patrón hereditario, y el aumento de ----

tamaño es acompañado por una gran complejidad estructural y química."8

En el caso de una planta suceden una serie de divisiones y agrandamientos de las células y, como consecuencia, la diferenciación que vá engendrando una gran variedad de células organizadas en tejidos y órganos.

En cuanto a la diferenciación externa, vemos que es el resultado de un crecimiento más pronunciado en una dirección que en otra, y da a la planta la forma y disposición característica de cada especie.

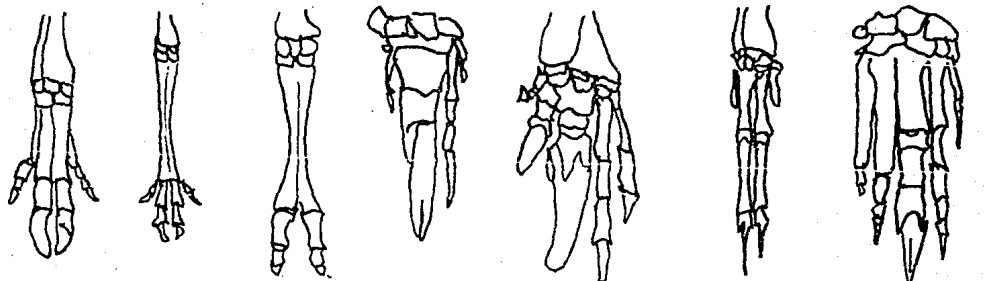
Los factores externos que afectan el crecimiento de una planta son el aprovechamiento de minerales del suelo, la humedad y el aire del mismo, la duración e intensidad de la luz y la temperatura.

Como hemos visto, las variaciones de proporción no son arbitrarias, ya que existe un método típico de las formas biológicas: 'Las constantes de crecimiento', el cual explica que los segmentos próximos de una entidad biológica están estrechamente relacionados unos con otros, y generalmente existen cambios graduales de crecimiento (disminución o aumento gradual en las diversas partes de un organismo biológico) conforme se pasa de un segmento al siguiente. Dentro de éste método se encuentran también las llamadas gradientes de crecimiento, que expresan el tipo de organización, orden y tamaño en cuanto a la totalidad de las partes que lo constituyen, y es característico en las formas biológicas. Y dan como resultado las relaciones reconocibles entre las partes vecinas de un sistema biológico. Por lo que las dimensiones de los segmentos forman un sistema de proporciones, y las partes integrantes no dan la impresión de un mero ensamblaje de secciones sin relación. Este tipo de organización de la forma es tan importante en los organismos biológicos que vale la pena observar otro tipo de ejemplos:

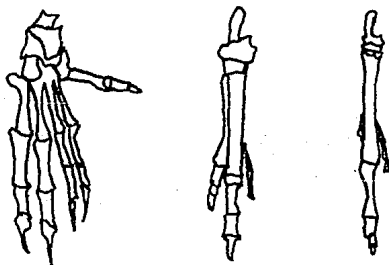
Las ilustraciones muestran una situación en la cual no sólo la proporción de los elementos, sino también el número de éstos han sido variados. Las manos o patas de animales mamíferos están

construidas en planos los cuales se derivan de un diseño con cinco dígitos (dedos). Para el caso de caballos, puercos, venados y vacas los cuales han sido reducidos, y las proporciones de los diferentes huesos en un dedo han sido alterados.

Los dibujos en la figura muestran éstas variaciones, y en cualquiera de los ejemplos puede verse que las modificaciones han tomado, ya sea una forma simétrica o asimétrica, dando siempre la apariencia de una alteración total, en un sistema general, más que un hecho de cambios en sólo un número de partes aisladas y sin relación.



Sus Cervus Camelus Cycloturus Priodon Choloepus Myrmecopaga



Phlangista Maciopus Choeropus

Aún cuando los elementos de un patrón no tienen una dependencia funcional obvia entre ellos, como sucede con la dependencia que debe de tener una extremidad de un determinado animal, generalmente muestran una relación en cuanto a forma, cuando las diferentes modificaciones de un patrón son comparadas.⁹

Podemos observar que esta relación de partes adyacentes es una característica particular de las estructuras biológicas, a pesar de que por lo general no son modulares en el sentido estricto, al ensamblarse en un arreglo de uno o varios tipos de unidades elementales constantes; como hemos visto, estos emplean a menudo un sistema de proporciones standard. La proporción áurea en estos casos es aplicada para estudiar ciertos entes biológicos siempre y cuando estén en estado de madurez.

Al respecto existen ciertos estudios, realizados por diversos hombres de ciencia, entre los cuales podemos mencionar a D'Arcy Thompson, Leonardo Da Vinci, Luca Paccioli, Matila Ghyka y Grillo. A través de una incansable búsqueda, y con la ayuda de leyes físicas, químicas y matemáticas, han logrado descubrir la relación que existe entre la proporción áurea y algunos organismos vivos pertenecientes al reino animal, vegetal y mineral; y que incluso Church y otros grandes biólogos han usado para establecer un método llamado filotaxia.

Estoy en desacuerdo con lo que menciona Waddington acerca de que la proporción áurea no es una idea para el estudio del tipo biológico, ya que este autor se refiere a organismos en desarrollo, es decir formas que están alterando las proporciones de sus partes conforme van creciendo. Por otro lado las formas biológicas no son caóticas o arbitrarias en las relaciones mutuas de sus partes, porque siempre transfieren una fuerte impresión de orden y organización ya que existen principios aplicados a las formas de partes individuales u órganos, que constituyen un ser vivo. Estos principios o reglas biológicas de proporción constituyen las relaciones de parte próximas o vecinas de los organismos.

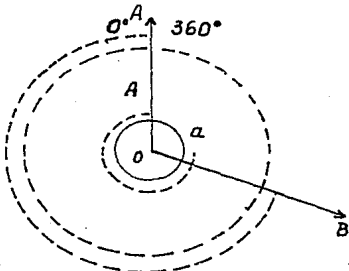
Por lo que desde mi punto de vista no está del todo fuera la idea

de convertir en modular a un organismo vivo, tomándolo en la etapa de su madurez y aplicando los principios de proporción.

5.3.3.1 Filotaxis.

Es la parte de la botánica que estudia la disposición de las ramas, las flores, las semillas, las hojas, en una planta.

Ghyka, en su libro *Estética de las Proporciones*, nos brinda un interesante estudio matemático en el cual la sección áurea toma características y medidas angulares de donde se obtiene la Sección Aurea Angular aplicable en Botánica: Es un método que calcula el ángulo constante que deben formar entre sí las hojas o las ramas de una planta (dispuestas en hélice ascendente sobre la rama o el tronco) para asegurar el máximo de exposición a la luz, para que sus proyecciones horizontales no se recubran jamás de donde se obtiene un ángulo como solución matemática que es igual a $137^{\circ} 30' 27''$, llamado ángulo ideal. (figura 2)



5.3.3.2 Serie Fraccionaria de Zeysing.

Esta serie fraccionaria ejerce un factor importante en el estudio de filotaxis, ya que describe por ejemplo el ovario maduro del girasol, que da la impresión de ser un círculo plano dividido en pequeños rombos y que está intersectado por dos grupos de curvas o espirales logarítmicas cuyos respectivos números dan en cada sentido y para cada flor un par de números que siempre corresponden a una de las fracciones siguientes: $13/21$, $21/34$, $34/55$, ó $89/144$ y excepcionalmente $144/233$

Que proviene de la serie:

$1/1, 1/2, 2/3, 3/5, 5/8, 8/13, 13/21, 21/34, 34/55, 55/89,$
 $89/144, \dots$

Al estudiar la disposición de las hojas alrededor del tallo de las plantas se describe una hélice (espiral folicular) que pasa por los puntos de intersección de las hojas y se encuentra una hoja situada exactamente en el plano de intersección de la primera hoja; si se cuenta el número de hojas encontradas y el número de vueltas efectuadas alrededor del tallo, la fracción resultante expresa la divergencia de las hojas (o ángulo de divergencia, constante para una misma planta).¹⁴

De la serie: $1/2, 1/3, 2/5, 3/8, 5/13, 8/21, 13/34, 21/55, \dots$

En las dos series cada fracción tiene como numerador el denominador del precedente. ambas tienen en común que tanto sus numeradores como sus denominadores son los términos de las sucesión : 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144 ... cada uno de cuyos términos es igual a la suma de los precedentes, que es la llamada sucesión de Fibonacci relacionada con la sección áurea y el crecimiento de las plantas.¹⁰

RESUMEN:

PROPORCION

Historia de la Proporción.

1. El problema de la proporción ha sido estudiado desde la antigüedad, primeramente por los arquitectos góticos, y en el Renacimiento por Leonardo Da Vinci y Luca Paccioli. Entre los estudiosos que han relacionado la proporción con la Botánica se encuentran Keppes, Matilla Ghyka, Waddington, Church y otros más. Fibonacci y Zeysing han provisto a la proporción con cálculos de series numéricas.

Así el sistema de proporción ha tomado diferentes nombres y relaciones, entre las cuales se encuentran las geométricas, las botánicas -- las arquitectónicas, etc.

Definiciones.

2. Entre las variadas definiciones de proporción, específicamente de la proporción áurea, está la que nos brinda Ghyka: 'dividir una longitud en dos partes desiguales, de tal modo que la razón entre la menor y la mayor sea igual a la razón entre ésta última y la suma de los -- dos (la longitud inicial)'; definición que tiene una representación geométrica y un valor numérico igual a 1.618...

Proporción Absoluta y Relativa.

3. Al hablar de relación entre medidas debemos hablar de: proporción absoluta y relativa, Grillo nos dice que:

La proporción absoluta, es la que define las características de la figura sin importar el tamaño; por ejemplo, la relación 1:1 en geome--tría.

La proporción relativa, es la que evalúa el tamaño de una figura con relación a otra, es decir, que refiere el diseño de un objeto a la escala.

4. En la rama de la geometría existen varios cuerpos geométricos que comparten las propiedades de la proporción áurea, por ejemplo: el rectángulo, el triángulo, el cuadrado, el círculo y sus referencias tri--dimensionales que son usados para estudiar la proporción de objetos -- vivos e inertes, estudios que dan lugar a cálculos matemáticos que -- implican la utilización de series numéricas racionales e irracionales

La proporción en los organismos biológicos.

5. En un organismo vivo los cambios que tienen lugar durante su crecimiento es estudiado bajo operaciones simultáneas de numerosas reglas de proporción y en los cuales algunas de sus varias partes crecen más rápido que otras y más en una dirección que en otra.

6. Las variaciones de proporción poseen un método inherente y propio de las formas biológicas: 'las constantes de crecimiento' que expresan el orden y relación entre las diferentes partes de un sistema o ente biológico.

Filotaxis.

La filotaxis es una parte de la botánica que estudia la disposición de las ramas, las semillas, las hojas y las flores en relación con series matemáticas referidas a la sección áurea y que brindan el mejor funcionamiento de una planta.

PROPORCION

CITAS BIBLIOGRAFICAS.

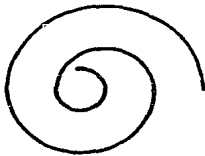
1. M. Ghyka, The Geometry of Art & Life; p. 3
2. M. Ghyka, Estetica de las Proporciones en la Naturaleza y en las Artes; p. 27
3. M. Ghyka, Geometry..., op. cit.; p. 7
4. P.J. Grillo, Form, Function & Design; p. 145
5. C. H. Waddington, The Modular Principle & Biological Form; p. 28
6. ibid., p. 32
7. ibidem.
8. C. Wilson, Botánica; p. 243
9. C. H. Waddington, op. cit., pp. 33- 35
10. M. Ghyka, Estetica..., op. cit., pp. 47, 48

5.4 LA ESPIRAL

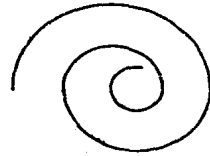
Una espiral es una curva abierta descrita por un punto que continuamente se aleja de un centro fijo al cual le da vueltas. Podemos distinguir matemáticamente muchos tipos de espirales:

5.4.1 La Espiral Plana.

La cual se asemeja al resorte de un reloj en donde todos los puntos en la curva están en un mismo plano, ninguno de éstos están a la misma distancia del centro. El radio en el cual gira desde o hacia el centro la curva, define la naturaleza de la espiral,¹ convirtiéndola en espiral derecha o espiral izquierda.

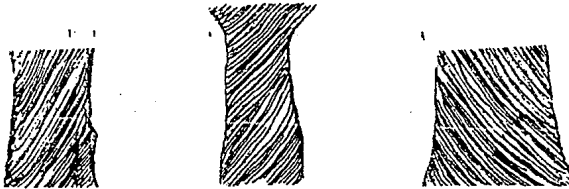


Espiral derecha



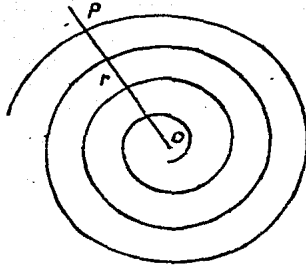
Espiral izquierda

Ejemplos de espirales planas los podemos encontrar en la naturaleza, en la corteza de los árboles.



5.4.2 La Espiral de Arquímedes.

Esta espiral se describe matemáticamente como sigue: Al punto de origen se le llama polo (O); la línea recta que gira alrededor de uno de sus extremos (el polo) se le llama 'vector radio' (r) y un punto (P), el cual se desplaza a lo largo del vector radio en determinadas condiciones de velocidad, y este es el que describe la curva espiral.



5.4.3 La Espiral Equiangular o Espiral Logarítmica.

Fue descrita por vez primera por Descartes, en 1638. Por definición análoga a los métodos analíticos y geométricos, se puede decir que: "los ángulos vectores alrededor del 'polo' son proporcionales a los logaritmos de los sucesivos radios".²

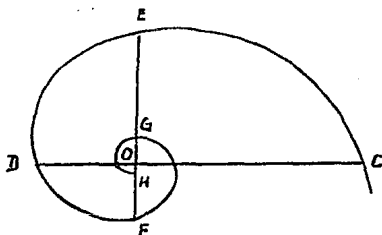
Algunos organismos vivos tienden a seguir una ley en cuanto a la espiral se refiere desde el punto de vista de su crecimiento y esta dice que: 'el crecimiento en longitud y anchura se realiza en las mismas e invariables proporciones'. Por ejemplo el crecimiento que desarrolla una concha de un molusco, en la cual el tamaño aumenta sin que cambie su forma. La presencia de esta 'constante relativa' al crecimiento, o 'similitud constante' de la forma, es la esencia y base de la definición de la espiral equiangular, de donde se deducen sus demás propiedades.

En el lenguaje matemático se puede describir una espiral equiangular como: "cualquier curva (plana) que tenga su origen en un punto fijo (polo) y en la que el arco interceptado entre dos radios cualquiera, en un cierto ángulo uno con otro, sea siempre similar".³

La propiedad primordial de esta definición es la de 'la similitud -- continua'. asociada con el crecimiento orgánico, o crecimiento por expansión simétrico para conservar inalterada la forma. Caso en el que la constancia de la forma denota un equilibrio entre las velocidades de crecimiento en todas las distintas direcciones.

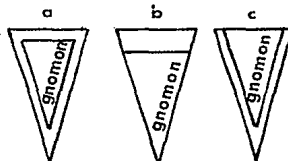
Aunque la espiral equiangular es la única de todas las curvas planas que presenta esta propiedad de 'similitud continua', existen muchas figuras rectilíneas donde esto también se cumple, por ejemplo en cualquier cono.

A continuación se muestra el esquema de la espiral logarítmica.



La figura 4 (a, b y c) demuestra la propiedad de similitud continua del cono, la conservación de la forma original sin importar el tamaño se logra así:

- Cuando el crecimiento se da sólo por un extremo de su sección triangular.
- Cuando el crecimiento se logra del resto de su superficie representada por los otros dos lados.
- El caso límite de crecimiento de la espiral logarítmica.⁴

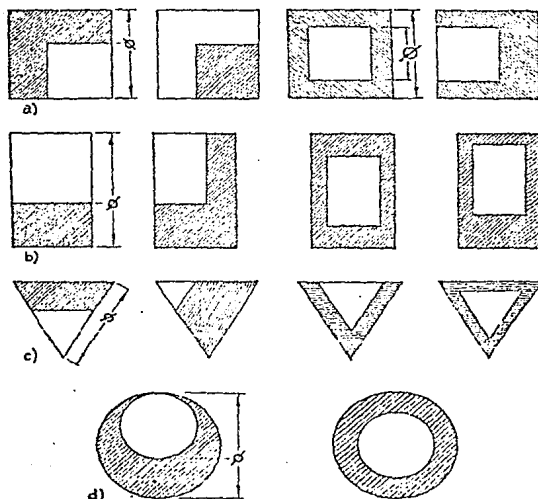


5.4.3.1 Gnomon.

El gnomon en geometría es la figura resultante de la superposición de dos de ellas semejantes o iguales, pero de medidas proporcionales. Podríamos decir que el gnomon es una forma de proporcionalidad de relación. Difiere del módulo que es una unidad de subdivisión geométrica. Al hablar de la propiedad de similitud continua y la relación que --

existe entre el cono y la espiral logarítmica, tenemos que referirnos al estudio del gnomon.

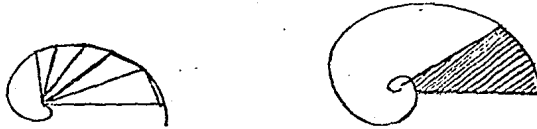
Hero de Alejandría definió un gnomon como 'cualquier figura que, al ser añadida a otra figura cualquiera da como resultado una forma similar a la original', en seguida se demuestra esta definición.⁵



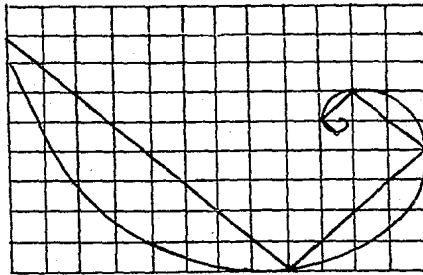
- Gnomon geométricos áureos, con diferentes formas de superposiciones.
- Gnomon áureo entre figuras cuadradas de superposiciones áureas recíprocas.
 - Gnomon áureo entre rectángulos áureos recíprocos.
 - Gnomon áureo entre triángulos de relaciones áureas recíprocas.
 - Gnomon áureo entre circunferencias de proporciones áureas recíprocas.

De la teoría de los gnomones, se deduce que la espiral logarítmica -- surge siempre que el organismo conserve y manifieste a simple vista, -- las fases sucesivas de su crecimiento anterior, es decir, las magnitudes alcanzadas, y contornos ocupados del crecimiento uniforme, formadas por porciones depositadas de modo sucesivo y permanente, acompa

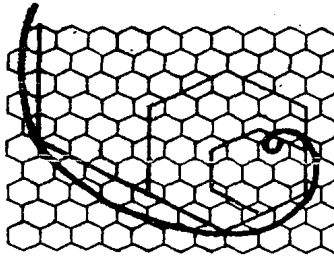
ñada generalmente por un patrón de líneas de crecimiento que marcan las sucesivas etapas de formación, sin la modificación de la forma de la figura total.



De donde resulta recíprocamente, que en el perfil de la espiral logarítmica podemos inscribir siempre una variedad infinita de otras figuras gnomónicas de acuerdo al desarrollo de la estructura en cuestión. La figura 5 demuestra lo anteriormente expuesto en donde una espiral logarítmica ha sido derivada de los puntos que corresponden a la red bidimensional de cuadrados, en la cual cada uno de los módulos de la red es un gnomon de la figura anterior.



Lo mismo ocurre en un sistema de hexágonos. (figura 6)



5.4.4 Espirales en la Naturaleza.

Observamos que en todas las formas orgánicas en las que se manifiesta la espiral de modo claro y permanente, por muy diferentes que sean en apariencia, naturaleza y origen, ya sea que sea visto en parte o como un todo, no tiene porque considerarsele como que una parte de su estructura existente es más antigua que otra; ya que las nuevas partículas se están mezclando con las viejas continuamente y el contorno se debe a fuerzas que en su mayoría aún están actuando y confiriéndole la forma total.⁶

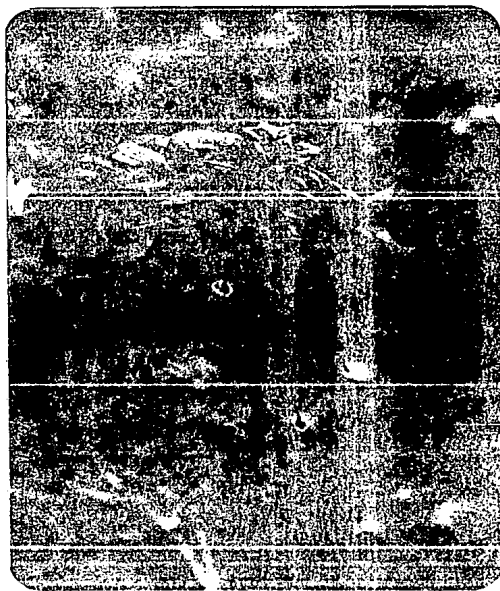
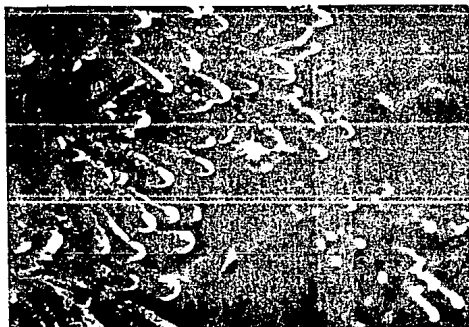
Consideremos ahora los casos particulares:

5.4.4.1 La Espiral Logarítmica y las Inflorescencias.

Una inflorescencia es el grupo de flores que se da en una planta sobre un eje. La analogía que tiene con la espiral se debe a causas intrínsecas del sistema orgánico de la planta.

La curvatura que dibujan las inflorescencias es continua, progresiva y simétrica, los ángulos con los que salen los sucesivos brotes son todos iguales, y las longitudes de éstos disminuyen en una proporción constante. El resultado es que los sucesivos incrementos de crecimiento o 'brotes', son tangentes a una espiral logarítmica, y por consecuencia cada brote nuevo forma o define un 'gnomon' de la estructura precedente.

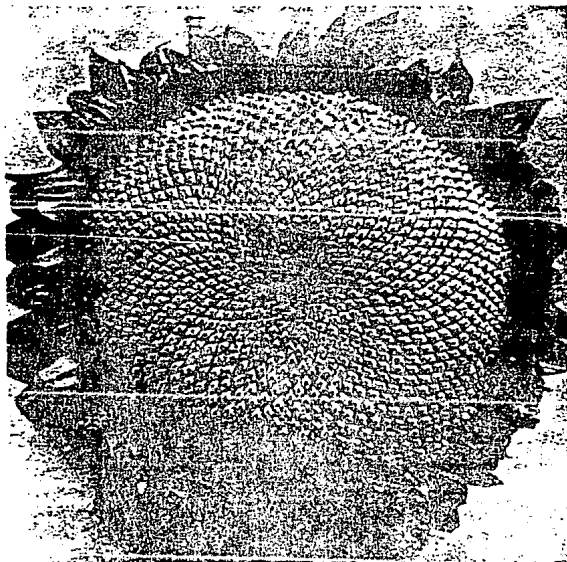
A continuación se muestra la conformación de las inflorescencias más características de las plantas. (para mayor referencia ver anexo de botánica en el capítulo de la flor)



La espiral logarítmica, esquema de crecimiento homotético puede caracterizarse por una progresión geométrica aditiva, la cual está representada por la sucesión de Fibonacci.

Los términos o fracciones matemáticas como ya se vió en el capítulo de la sección áurea, aparecen especialmente en la flor del girasol -- que utiliza la fracción $89/144$ para designar el rendimiento de determinada cantidad de semillas.

La disposición en espiral de las flores de girasol son porciones de una estructura compuesta, ordenada serialmente, de acuerdo a diferentes edades que varían en magnitud, en relación con su crecimiento. -- (ver figura 7)



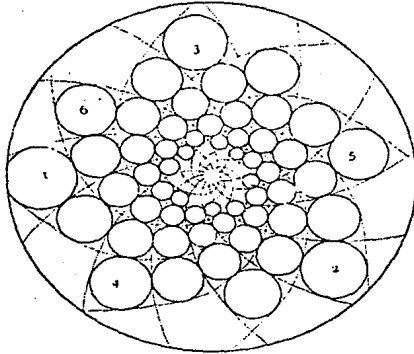
La fracción $21/34$ caracteriza la disposición de las semillas en la -- flor de la margarita, en donde el centro de la flor está formada por -- por múltiples flores sucesivas y separadas aunque en apariencia es -- una sólo unidad indivisible y genera una secuencia que da lugar a la -- espiral logarítmica.⁷

A. H. Church, un botánico, obtuvo la concepción matemática de la espi -- ral logarítmica considerando las leyes de los movimientos en organis -- mos y sistemas naturales maduros así como las leyes del crecimiento -- uniforme por expansión que tienen lugar alrededor de un punto hipoté -- tico central. Y de sus trabajos observamos que la única manera de in -- terpretar sistemas de intersección de curvas (espirales en organismos -- vivos) es en términos del número de curvaturas radiando en cada direc -- ción, y estos números siempre ocurrirán en las series de Fibonacci.

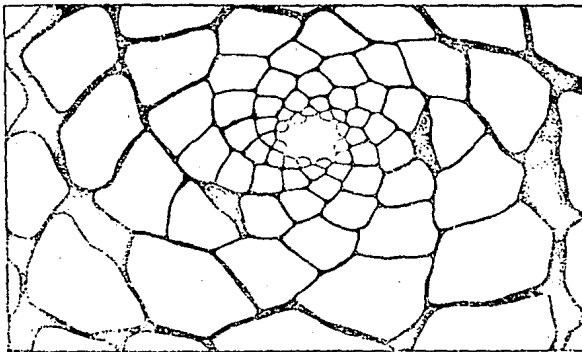
A continuación se da una demostración de lo anteriormente citado con --

forme lo hace el autor.

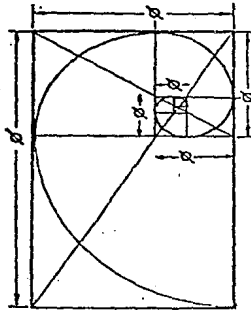
La figura 8 es un diagrama que representa un sistema floral.



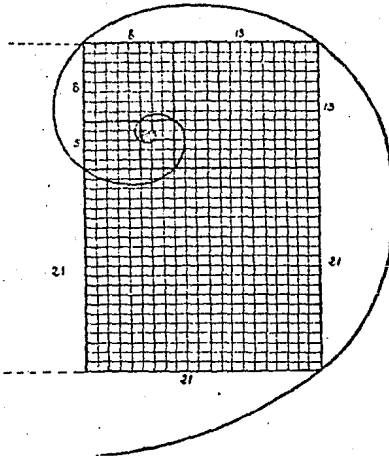
La figura 9 es la representación diagramal de una sección transversal de una rama en crecimiento.



Ambos esquemas representan la intersección de ocho curvas que radian en una dirección y trece en otra, a partir de un punto central. La espiral logarítmica al estar relacionada con la serie de Fibonacci ocasiona por consiguiente la afinidad con la sección áurea.



La espiral logarítmica en secuencia de Fibonacci, y cuyo radio es -- igual al valor del número de oro, está relacionada con el gnomon de crecimiento celular orgánico. (figura 10)



5.4.4.2 El Arreglo en Espiral de las Hojas.

El hecho de que las hojas de la mayoría de las plantas superiores están arregladas en secuencia espiral rítmica alrededor del tallo, (ya sea en largas ramas o en forma de roseta) fue establecido por primera vez por los botánicos alemanes Schimper y Braun en 1830 y el francés-Bravis en 1837.

Las secuencias espirales tomaron el nombre de filotaxis, cuando Bonnet y Calandrini utilizaron un método en el cual se calcula la divergencia fraccional, la divergencia angular y el número de hojas frente a superposición. (usando una hélice que daba vueltas alrededor de un cilindro) tal que, "cualquier número de hojas con la misma figura tuviera el mínimo de sobreposición o áreas de curvatura y consecuentemente el máximo de exposición al sol y aire".⁹

La serie fraccionaria de Fibonacci se emplea en el método anteriormente mencionado en la solución aproximada para la distribución óptima de las hojas de las plantas bajo la luz solar, dada por el ángulo ideal de $130^{\circ} 30' 28''$.

Debido al hecho de que el método de Bonnet fue descrito por medio de una hélice debemos decir que esta curva pertenece a un grupo diferente de curvas la cual no deberá confundirse con la verdadera espiral. Esto es así ya que la hélice ni comienza en un punto de origen concreto, ni cambia su curvatura, y matemáticamente hablando difiere de la espiral.

5.5 LA HELICE.

Una hélice es una curva de movimiento en sentido izquierdo obtenida por el giro en torno a un cilindro, cono o esfera, a través de la revolución de una línea recta hacia la derecha, en un ángulo oblicuo en relación al eje del cuerpo geométrico en cuestión.¹⁰

5.5.1 La Hélice Cilíndrica.

Es una curva que se describe alrededor del volumen de un cilindro. La concepción geométrica de esta hélice fue formulada por Bonnet y Calandrini como vimos anteriormente.

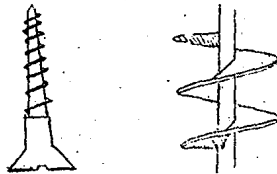


5.5.2 La Hélice Cónica.

Se obtiene por el giro de una línea recta alrededor de un cono, de la siguiente manera: si se eleva el centro 'c' de una circunferencia dada y se hace describir una línea espiral alrededor del cono desde su vértice hasta su base. Se comprobará así la característica de la hélice cónica: 'que ninguno de sus puntos tiene la misma distancia desde el vértice'.



El ejemplo más común de hélice cónica es el de la pija usada para carpintería.



5.5.3 La Hélice Espiral.

Se obtiene por el giro de una línea recta alrededor de una esfera.

5.5.4 El Movimiento Helicoidal.

Es el movimiento que se describe a través de un sólido que gira alrededor de un eje fijo continuamente. El movimiento helicoidal permite una gran flexibilidad en la transición de una posición a otra, si se trata de varios elementos ya que estos se deslizarán los unos sobre los otros.

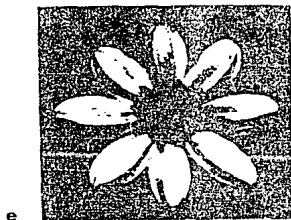
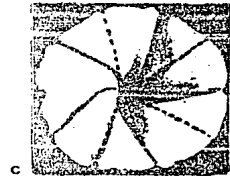
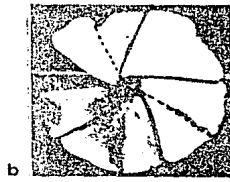
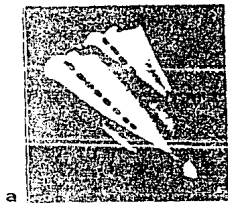
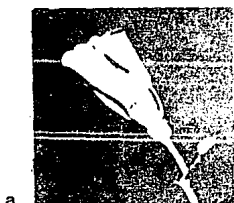
Todo movimiento de este tipo es bi-direccional dependiendo del punto de vista terminal o de principio.¹¹

Los movimientos helicoidales son característicos de algunas formas naturales:

La figura 11 describe un tipo de inflorescencia llamada 'cima escorpiode' cuyas flores se disponen a través de un eje del cual brotan en uno sólo de sus lados, mediante el movimiento en espiral (helicoidal)



La figura 12 (a, b, c, e) muestra la flor de una enredadera en donde el movimiento helicoidal permite la envoltura y desenvoltura de los pétalos de esta flor, de manera similar al mecanismo que sigue un paraguas al abrirlo y cerrarlo. Por las mañanas, a la luz del sol, esta pequeña flor despliega sus pétalos para recibir los rayos lumínicos en cada uno de ellos. Tan pronto como empieza a carecer de éstos se envuelve quedando casi cerrada.



RESUMEN:

LA ESPIRAL

1. Una espiral es una curva abierta descrita por un punto que gira - alrededor de un centro fijo al cual le da vueltas y se aleja constantemente.
2. La espiral plana o de Arquímedes es una curva descrita por un punto por medio de un giro uniforme y una velocidad constante a partir - de un centro fijo.
3. La espiral equiangular o logarítmica, descrita por Descartes en - 1638; por definición análoga a los métodos analíticos y geométricos, - se puede decir que: 'los ángulos vectores alrededor del centro fijo - son proporcionales a los logaritmos de los sucesivos radios'. Tiene - como propiedad particular la de la similitud continua que está rela- - cionada con el crecimiento orgánico por expansión simétrica para con- - servar inalterada la forma.

La espiral logarítmica como consecuencia de esta propiedad tiene rela- ción con el gnomon, que son segmentos semejantes a módulos proporci- onales de la figura inicial.

Gráficamente se describe así:



Toda espiral logarítmica puede ser a su vez, un esquema de crecimen- to homotético, el cual está representado por la series geométrico adi- tivas de la sucesión de Fibonacci y la sucesión derivada de ésta, y - aparece en múltiples ejemplos de botánica, como el de la margarita, - el girasol y la filotaxis (distribución óptima de las hojas de una - planta alrededor de un tallo, así como la distribución de las flores- y los frutos, y el máximo rendimiento de la semillas), que es un méto- do que describe Church.

4. Las espirales en la naturaleza se presentan también en las inflo-

rescencias de las plantas angiospermas o en la yuxtaposición de los pétalos de algunas flores caracterizadas por el movimiento helicoidal

LA HELICE

5. La hélice es un tipo de curva matemáticamente diferente a la espiral, ya que no comienza en un punto de origen, ni cambia su curvatura. Existen varios tipos de hélices, entre las más importantes están:

- a) La hélice cilíndrica, descrita como una curva que gira alrededor de un cilindro (misma que se da en algunos ejemplos naturales como son los tallos de las plantas) y cuya concepción geométrica -- fue formulada por Bonnet y Calandrini.
- b) Hélice cónica, se puede describir como una línea espiral que parte del vértice hacia la base del cono que circunda.
- c) Hélice espiral, se obtiene por el giro de una línea recta alrededor de una esfera.

6. El movimiento helicoidal es del tipo bi-direccional dependiendo del punto inicial o final y se describe a través de un sólido que gira alrededor de un eje fijo continuamente.

Este tipo de movimiento es característico de algunas formas naturales (por ejemplo las inflorescencias, y el movimiento de los pétalos de las flores).

LA ESPIRAL Y LA HELICE

CITAS BIBLIOGRAFICAS.

1. A. Cook, The Curves of Life; p. 24
2. D'arcy Thompson, Sobre el Crecimiento y la Forma; p. 172
3. ibid., p. 174
4. ibid., pp. 175, 176
5. ibid., p. 176
6. ibid., p. 169
7. M. Ghyka, Estética de las Proporciones en la Naturaleza y en las Artes; pp. 136- 137
8. A. Cook, op. cit., pp. 96, 419, 421
9. ibid., p. 82
10. ibid., p. 24
11. R. Girard, Color & Composition; p. 66

5.6 UNIDAD Y MEDIDA.

El estudio comparativo de los sistemas de unidades adoptados por el hombre a través de la historia muestra su preferencia por la búsqueda de una unidad de medida que le permitiera medir su propio trabajo creativo, y el de la naturaleza que le rodeaba en comparación con su propio tamaño y en relación con su propia fuerza. Una unidad que pudiera ser un vínculo entre el campo de la creatividad humana y su medio ambiente. Una unidad cuya estabilidad e invariabilidad fueran de una vez y para siempre establecidas por su constante visión de ella, cuyo significado fuera absolutamente claro en su mente y de representación inmediata. El hombre encontró la respuesta a ésta búsqueda en la dimensión de su propio cuerpo, porque éste era para él la perfecta invariable, una constante y un sistema inmediato de referencia. ¹

Así fue como surgieron numerosas unidades de medida.

5.6.1 Magnitud y Medida.

Por otra parte podemos considerar que el tiempo, la longitud, la temperatura, el peso, la capacidad, son magnitudes matemáticamente hablando porque se pueden medir, y denotan una extensión. Las primeras unidades de medida estuvieron basadas en la medida del hombre mismo, factor decisivo en el establecimiento de la escala.

5.6.2 Escala

Para poder establecer una escala es necesario pensar en el tamaño relativo de los objetos, dependiendo de la distancia del observador, la posición, en relación al objeto, así como las relaciones con el campo visual o el entorno. Por eso en lo relativo a la escala hablamos de resultados fluctuantes y nunca absolutos, tomando siempre en cuenta el contexto en que se da la escala.

Cuando la escala entra en el campo de la medición ésta toma valores reales y absolutos, que en ocasiones representan una proporción de medición real. Como por ejemplo, la representación esquemática de un organismo viviente microscópico en una escala

mayor a la escala real hace posible ver a estos organismos sin la ayuda de aparatos de presición.

Existen muchos sistemas para establecer escalas; la versión contemporánea más notable fué ideada por el francés Le Corbusier. Su unidad modular, base de todo su sistema, es el tamaño del hombre (de estaturas promedio de 1.82 M.) para aplicarse al amplio mundo de la producción en serie, es decir aquellos diseños relacionados en función del tamaño medio de las proporciones humanas, aunque existen infinitas variantes que hacen ampliar este nivel cuando se refieren al individuo humano en particular (como por ejemplo las múltiples tallas en las prendas de vestir).

Otro sistema de medida en base a la proporción sobre la que se basa una escala, es el de la sección áurea. (Explicación al respecto en el capítulo correspondiente).

5.6.3.1 La Magnitud y la Forma Biológica.

Todos los conceptos de forma deben estar referidos a términos de magnitud porque se expresan en cantidades mesurables. Esto es así porque la forma de un objeto sólo puede definirse cuando conocemos su magnitud real o relativa en varias direcciones. ¹

Cuando hablamos del crecimiento implicamos los mismos conceptos de magnitud y dirección más el factor tiempo. El crecimiento en longitud y en volumen que suele ser equivalente a la masa y al peso son partes del mismo proceso de crecimiento. Estamos acostumbrados a pensar en la magnitud como una cuestión puramente relativa de acuerdo a la comparación.

En las Ciencias Físicas, la escala de magnitud absoluta, y el cambio de relación entre las dimensiones dependen de su relación con todo su medio ambiente; es decir de el "lugar que ocupa un objeto en la naturaleza, de su campo de acción y reacción en el Universo. En todo momento la naturaleza se vale de la escala y, en consecuencia, todas las formas tienen el tamaño que les corresponde, dentro de una gama más o menos estrecha de magnitudes absolutas. La escala de observación y experiencia humana está comprendida entre los estrechos límites de centímetros,

metros y kilómetros.²

Las escalas expresadas en años luz, parsecs, unidades Angstrom o magnitudes atómicas, y subatómicas pertenecen a un orden diferente, en el cual es necesaria la utilización de aparatos que nos ayuden a resolver las limitaciones de nuestro campo visual.

Para el caso se anexa una tabla de medidas en el final de éste capítulo obtenida del libro de Robert Williams en donde se relacionan las unidades de medida expresadas en escalas, encontradas en el universo. A continuación se presenta una breve explicación de las unidades que se manejan en una escala; Los múltiplos y submúltiplos de estas, llevan antepuestos prefijos de acuerdo a la unidad de medida que se trate (ya sea de peso, de longitud, etc.) estos son:

deca	=	10^1	deci	=	10^{-1}
hecto	=	10^2	centi	=	10^{-2}
kilo	=	10^3	mili	=	10^{-3}
mega	=	10^6	micro	=	10^{-6}
giga	=	10^9	nano	=	10^{-9}
			pico	=	10^{-12}

La unidad 10^{-10} m. lleva el nombre de Unidad Angstrom y se simboliza así: Å.

5.6.3.1.1 Los aspectos de tensión, flexión con respecto a la magnitud y como es afectada la forma. Estos han sido estudiados por varios autores entre ellos tenemos a Galileo, quien menciona al respecto 'las fuerzas de tensión, esfuerzo, y los momentos de flexión, afectan a toda la forma y su estructura'.

Por ejemplo cuando se establece el límite de altura de un árbol en donde se tiene que determinar el punto en que éste empezaría a doblarse bajo su propio peso, no porque no posea flexibilidad, sino por que supera las dimensiones de las que es posible el equilibrio estable en posición vertical. Por lo tanto esto determina cuando "el diámetro del tronco disminuye uniformemente y la sección de las ramas varían de acuerdo a alguna ley concreta, éste tiende a ser constante en

cualquier plano horizontal".⁵

En relación con el árbol que se dobla bajo el peso de sus hojas y -- frutos Greenhill demostró: "que el diámetro de un cuerpo homogéneo y alto debe aumentar con la potencia de $3/2$ de su altura, lo que explica las proporciones de los árboles jóvenes en comparación con la apariencia más robusta de ejemplares más viejos y grandes",⁶ dando como resultado un cambio en las curvaturas y contornos de las ramas con o sin hojas y frutos.

Es por ésta misma razón que las raíces de un árbol forman el anclaje poderoso desarrollando sus raíces en direcciones contrarias a los -- vientos predominantes.

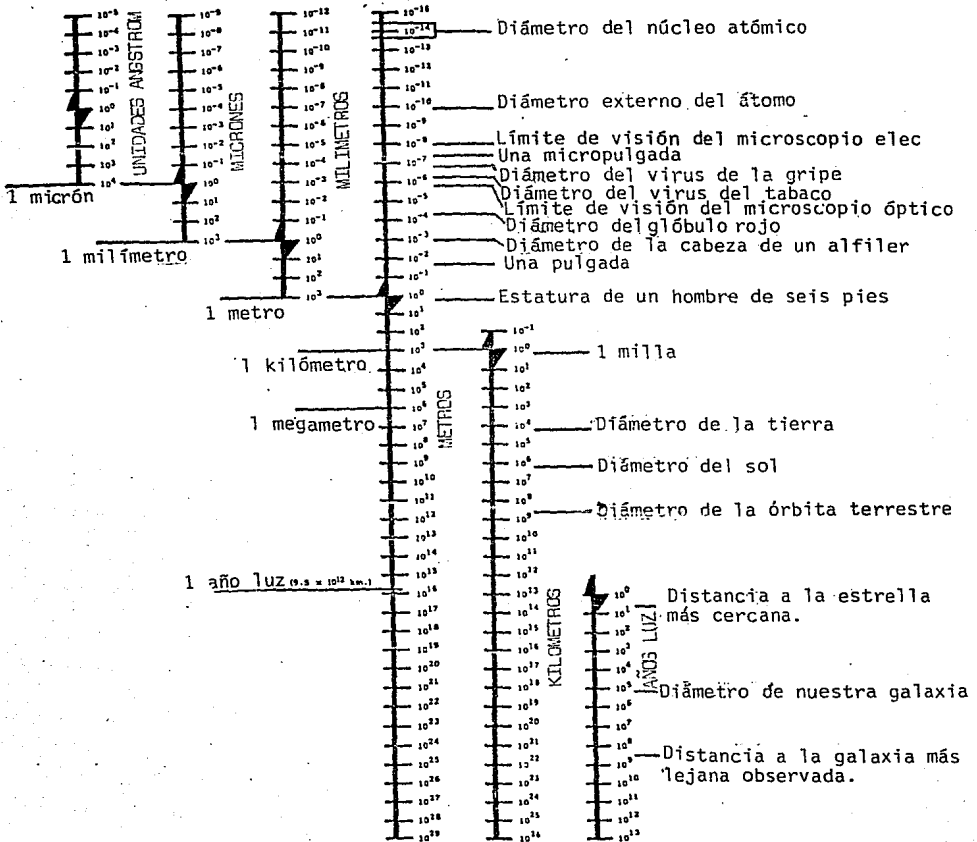
Cuando se habla de la superficie en relación con el volumen tenemos que pensar que una gran parte de la evolución ha consistido en mantener el debido equilibrio entre la superficie y la masa según va creciendo el organismo.

Owen, en un párrafo que trata de la lucha por la existencia escribió que: "en proporción con la masa de una especie está la dificultad de la lucha que, como un todo vivo y organizado, el individuo de cada especie debe mantener contra los agentes del entorno que constantemente tienden a disolver el lazo vital y a sojuzgar la materia viva".⁷

5.6.3.2 Tamaño Celular.

La tendencia de todas las células, según su tipo, es el de variar -- ligeramente respecto a un cierto tamaño medio y a tener limitaciones absolutas de magnitud, asumiendo generalmente la forma esférica.

La vida de un organismo es la suma de las propiedades de las células que lo componen. La naturaleza dispone de materiales y dimensiones -- prefijadas y utiliza éstas mismas unidades para construir organismos grandes o pequeños.



Micro-, macro- y estructuras mega de átomos a galaxias.

RESUMEN:

UNIDAD Y MEDIDA

1. Los sistemas de medición que han surgido a través de la historia y en los diferentes países basaron su unidad de medida en la dimensión de su propio cuerpo, ya que éste podía ser referido con las diversas medidas de su medio ambiente y su trabajo creativo.

La escala.

2. Para establecer una escala es necesario considerar si se trata de un tamaño relativo en base a comparaciones con resultados fluidos, o bien la escala dentro de la medición con resultados absolutos y precisos, desde lo infinitamente pequeño hasta lo infinitamente grande.

La magnitud y la forma biológica.

3. Los aspectos de tensión, flexión con respecto a la magnitud y como es afectada la forma han sido estudiados por algunos autores que menciona D'Arcy Thompson (entre otros Galileo, Greenhill y Owen), quienes propusieron y comprobaron que estos aspectos de la ciencia física aplicados al amplio campo de los organismos vivos (especialmente los del mundo vegetal) así como las fuerzas físicas internas y externas ejercen una acción proporcional a la masa y al volumen de su cuerpo, y son las que determinan la magnitud de una forma como consecuencia del crecimiento.

4. La superficie, el volumen y el tamaño están ampliamente influenciados por el factor de crecimiento en las varias direcciones en organismos vivos, y dan como resultado la integración de las diversas células que conforman el todo, es decir, la forma de un ente vivo o inerte.

UNIDAD Y MEDIDA.

CITAS BIBLIOGRAFICAS.

1. P.J. Grillo, Form Function & Design; p. 146.
2. D'arcy Thompson, Sobre el Crecimiento y la Forma;pp.15-17
3. V.E. Beltran, Principios de Fisica; p. 20
4. D'arcy Thompson, op. cit.; p.17
5. ibid.p.20
6. ibid.p.21

CAPITULO

6

SIMETRIA

OBJETIVOS

El estudio de la simetría tiene como finalidad didáctica adiestrar al diseñador gráfico en el uso de técnicas de ordenamiento sistemático de las formas.

Un ejemplo valioso está al encontrar las líneas de los organismos vivos, es decir los trazos auxiliares que permiten visualizar la distribución de masas, que unifican la forma de un todo; para crear la sensación de movimiento regulado, medurado y organizado por ciertas leyes geométricas.

Dentro de la naturaleza, el diseñador puede hallar una fuente inagotable de ritmos armónicos y simétricos, propios de su forma y función -- los cuales son posibilidades útiles para la comprensión de este tema.

6.1 DEFINICIONES

"La palabra simetría, proviene del griego: nmetros, que significa medurado, de proporción adecuada, de medida conveniente, e indica la posición que ocupan las partes de un todo entre sí.

La simetría está dada por la relación de una parte con otra o de las partes con el todo. Su expresión manifiesta se encuentra en la repetición regular de motivos y circunstancias similares o iguales, parecidas o afines. La simetría provee la base natural para un ordenamiento sistemático de la variedad de todas las formas".¹

Para el estudio de la simetría es necesario utilizar las matemáticas.

6.2 EL SISTEMA DE LOS CUERPOS SIMETRICOS.

6.2.1 GRUPOS PRINCIPALES.

El plan de formación de la simetría está determinado por el ordenamiento de los órganos de simetría según su especie, posición y número y caracteriza la clase de simetría.²

"Los cuerpos simétricos se clasifican según los órganos de simetría que pueden ser puntiformes, rectos y planos (ortosimétricos) o curvos (kyrtosimétricos)"²

6.2.1.1 Simetría Isométrica. Los motivos se disponen uniformemente, y la posición relativa que ocupan entre sí recibe el nombre de isometría debido a la igualdad de los motivos y su repetición regular.

6.2.1.2 Simetría Homeométrica. Los motivos son semejantes entre sí, de manera tal que un motivo se modifica con respecto al siguiente en tamaño, posición o gradación.

6.2.1.3 Simetría Katamétrica. Los motivos no tienen igual forma ni tamaño, pero están vinculados entre sí por una relación común, o de formas análogas.³

6.2.2 LAS OPERACIONES DE SUPERPOSICION Y SU COMPOSICION.

6.2.2.1 Identidad. Es la representación invariada del objeto sobre sí mismo. Toda figura de forma constante posee esta clase de simetría. La operación de superposición se puede describir como una rotación de 0 grados o 360 grados alrededor de un punto de

identidad.

6.2.2.2 Traslación. Es un corrimiento simple y en línea recta, en repetición infinita.

6.2.2.3 Rotación. Es el giro de un cuerpo alrededor de un eje, el de rotación.⁴

6.2.2.4 Reflexión Especular. Es un retrato bilateral en el que se invierten los lados puede efectuarse según ejes o planos del cuerpo considerado.

6.2.2.5 Extensión. Es una variación o multiplicación del motivo, desde un punto singular a o punto de extensión, y en el cual el motivo permanece semejante a sí mismo.

Las operaciones fundamentales de simetría están aparejadas a las siguientes operaciones de superposición:

- rotación + translación (denominada también movimiento helicoidal).
- rotación + reflexión (denominada también inversión).
- translación + reflexión
- translación + extensión
- extensión + reflexión
- extensión + rotación
- reflexión + extensión + translación
- extensión + rotación + reflexión
- extensión + rotación + translación.⁵

Las siguientes definiciones se tomaron del autor Bonsiepe, quien nos habla también de las principales operaciones de simetría y nos dice que existen cuatro operaciones elementales de superposición:

- Traslación - es un desplazamiento simple y lineal de una parte elemental a lo largo de una directriz de translación.
- Rotación - movimiento circular de una parte elemental alrededor de un eje.
- Reflexión especular - es el vuelco de los datos de una parte elemental sobre un eje o plano de reflexión.
- Dilatación - mutación uniforme de una parte elemental desde un punto prefijado (centro de dilatación). Las configuraciones así obtenidas son semejantes entre sí. 6 (figura 1)



Simetrías del tiempo y del espacio tiempo...

Pintura de Escher
hombres a caballo

6.2.3 CLASES DE SIMETRÍA.

"El tipo y cantidad de órganos de simetría y la posibilidad de su ubicación, dada de antemano por la clase de los cuerpos, determinan el plan de construcción de la simetría de las respectivas formas de los cuerpos."⁷

Dependiendo de la configuración de los cuerpos, estos se clasifican como sigue:

6.2.3.1 CUERPOS ISOMETRICOS FINITOS. Entre éstos tenemos:

6.2.3.1.1 Cuerpos Poligonales - La simetría se logra aquí dependiendo de los vértices y los lados de los cuerpos poligonales. Estos pueden ser unilaterales o bilaterales y con número variado de vértices de acuerdo al polígono que se trate.

6.2.3.1.2 Cuerpos Esféricos. Están dispuestos en dos dimensiones en el espacio y comparten las mismas posibilidades de simetría que los cuerpos platónicos (tetraedro, octaedro, cubo, icosaedro, dodecaedro).

6.2.3.2 CUERPOS ISOMETRICOS INFINITOS.

6.2.3.2.1 Bandas Son de dos tipos: Unilaterales (en una dirección con siete clases de simetría posibles), y bilaterales (con treinta y un clases de simetría posibles).

6.2.3.2.2 Varillas. El número de clases de simetría posibles es infinito de acuerdo con la posibilidad de la existencia de ejes de rotación de todos los órdenes.

6.2.3.2.3 Redes Planas y Reticulados Espaciales. El número de clases de simetría en las redes unilaterales, (diez y siete, y en la familia completa de redes bilaterales y unilaterales ochenta). En el caso del reticulado espacial tiene doscientos treinta clases de simetría.

6.2.3.3 CUERPOS HOMEOMETRICOS.

6.2.3.3.1 Bandas Extendidas. Análogas a las bandas isométricas.

6.2.3.3.2 Varillas Extendidas. Análogas a las varillas isométricas.

6.2.3.3.3 Superficies Extendidas. En relación a su simetría, son análogas a los polígonos regulares, y presentan cuerpos en repetición infinita.

6.2.3.4 CUERPOS EXTENDIDOS ESFERICOS.

Análogos a los cuerpos esféricos isométricos.

6.2.3.5 CUERPOS DE SIMETRIA INFERIOR.

Los encontramos en gran multiplicidad. "Van desde el grupo de los cuerpos catamétricos, pasando por varios escalones hasta el último grupo de los cuerpos amétricos, que ya no presentan ninguna simetría." 8

De modo análogo se produce la transformación de un cuerpo ortosimétrico * a un cuerpo kyrtosimétrico.**

* Ortosimétrico - en donde los elementos que lo integran se encuentran ordenados en ángulo recto con respecto a dos o tres ejes de simetría, por ejemplo un rombo es ortosimétrico a sus diagonales, así como un rectángulo es a diámetros paralelos a sus lados. Cualquier superficie o figura simétrica a dos líneas perpendiculares a cada una se dice que está ortosimetricamente dividida por estas líneas.

** Kyrtosimetría - en donde los elementos que lo integran cambian de dirección con tendencia a seguir una curvatura.

(Ver tabla anexa para más información al respecto del sistema de cuerpos simétricos.)

6.3 LA SIMETRÍA EN LAS PLANTAS MULTICELULARES.

Las plantas multicelulares producen continuamente órganos nuevos, de tal manera que se puede decir que el crecimiento vegetal está caracterizado por la reproducción. Aquí reside el punto de partida para la captación del cuerpo vegetal según los puntos de vista simétricos.

Las plantas repiten en su cuerpo formas iguales o parecidas durante el crecimiento.

El fenómeno de la translación se presenta en las plantas en repeticiones en la dirección del crecimiento (simetría longitudinal). Al hecho de que las plantas superiores presenten órganos opuestos en la punta y la base de su eje de translación se acostumbra denominarlo polaridad.

El crecimiento incluye la translación y otras clases de repetición, como por ejemplo rotaciones, reflexiones especulares, extensiones y sus acoplamientos, siempre que éstos estén orientados en dirección perpendicular al eje longitudinal (en botánica se conoce como simetría lateral).⁹

Es típico para la formación vegetal, que se pueda producir crecimiento desde varios puntos en dirección recta o alternada, incluyendo tanto la homeometría (ampliación o disminución de órganos que se repiten con la característica de la polaridad) como también la kyrtosimetría (desviación de la progresión de punto, recta o plano en dirección recta o plana con la característica de curvatura)¹⁰ y el desarrollo simétrico parcial. Pueden estar contruidos ortosimétricamente individuos vegetales enteros, así como órganos particulares por ejemplo polen, hojas, flores, semillas, frutos etc. en donde el crecimiento continúa regularmente desde puntos, rectas o planos.

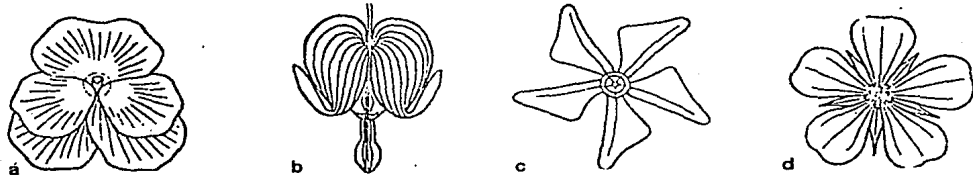
Las relaciones de simetría son características de familias de plantas de acuerdo con la disposición de semillas, formación y ramificación de las hojas, que están en referencia con la simetría del eje del brote.

En estos dos últimos casos Weil nos menciona al respecto que la filotaxia está íntimamente relacionada con las operaciones

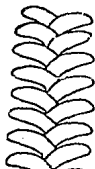
simétricas de superposición de (rotación + extensión o dilatación), en donde la rotación está dada por el eje y la expansión por la secuencia de Fibonacci en series fraccionarias continuas.

A continuación se dan algunos ejemplos de las relaciones de simetría de las plantas:

Operaciones de simetría (rotación + reflexión) : a) Geranio. b) Vinca herbácea. c) Viola tricolor. d) Dicentra spectabilis. Los dos primeros ejemplos presentan la figura más simple de ejes de simetría rotacional. (Figura 2 a,b c y d.)



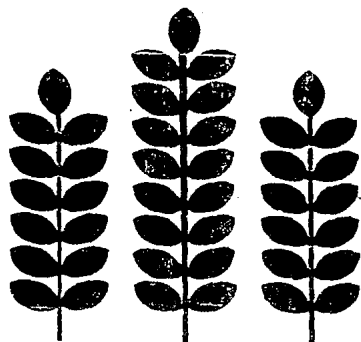
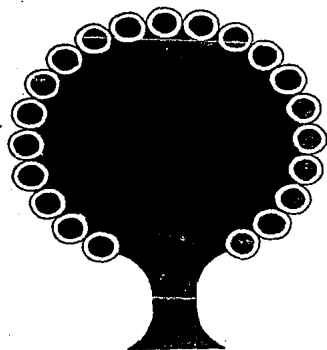
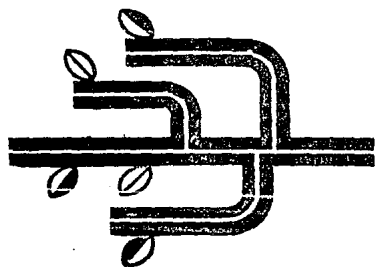
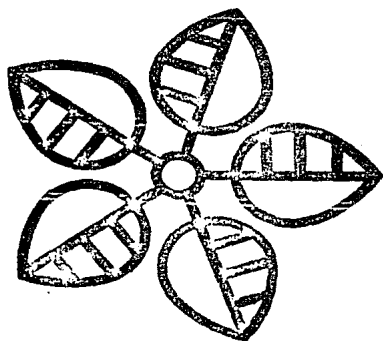
Operaciones de simetría, (translación + reflexión): brote de *Angraecum distichum*. (Figura 3)



Ejemplos de kyrtosimetría se presentan en los tipos de ramificaciones de algunas plantas. (Figura 4).



La Figura 5 nos brinda mas ejemplos de simetría.

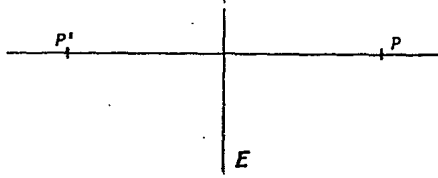


6.4 SIMETRIA BILATERAL

Weil explica que la simetría bilateral es un concepto que es a la vez geométrico y matemáticamente hablando, preciso; y lo describe como sigue:

"Un cuerpo, una configuración espacial, es simétrica con respecto a un plano dado E , si se le hace rotar por medio de reflexión con E ."11

Gráficamente se puede describir observando el diagrama siguiente:



La simetría bilateral es el primer caso de un concepto geométrico que refiere operaciones de reflexión y rotación. (lámina 1)

El concepto de simetría es una idea mediante la cual el hombre, a través de las épocas de la historia, ha tratado de comprender y crear orden y perfección, como la ha encontrado al observar el mundo orgánico e inorgánico de la naturaleza.

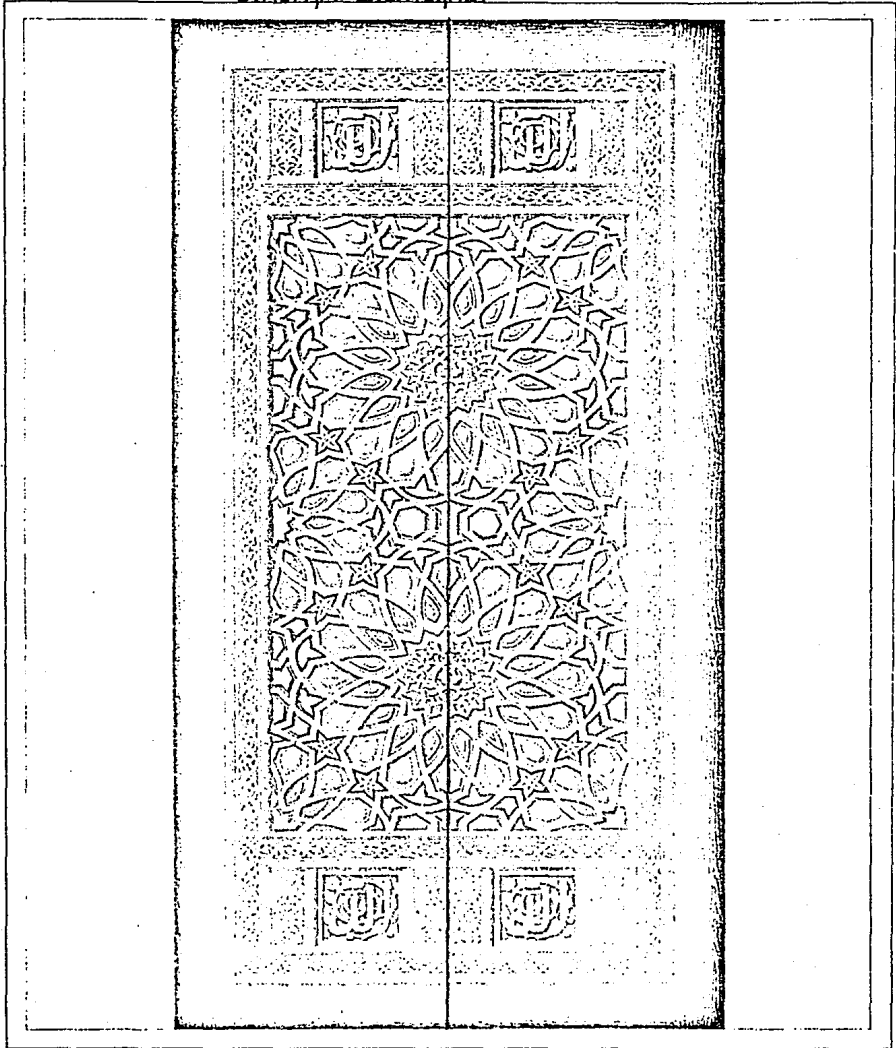
Los pitagóricos consideraron al círculo en el plano y a la esfera en el espacio, como las figuras geométricas más perfectas por poseer una simetría rotatoria completa. Aristóteles introdujo este principio para la descripción de los cuerpos celestes, poseedores de perfección divina.

Platón, por sus pensamientos matemáticos, tenía la idea de que las leyes matemáticas que gobiernan y son el origen de la simetría de la naturaleza.

De todas las civilizaciones antiguas, los sumeros, tuvieron particular gusto por el empleo de la simetría bilateral o heráldica. También se encuentran muestra de ello más tarde en Persia, Siria, El Imperio Bizantino y Rusia (en la época de los zars) la monarquía austrohúngara.

Cuando hablamos de simetría de izquierda y derecha tenemos que mencionar a Leibnitz, quien nos dice que estos conceptos son

SIMETRIA BILATERAL



relativos, ya que para distinguir entre izquierda y derecha debemos de hacerlo mediante el juicio arbitrario.

6.4.1 SIMETRÍA BILATERAL EN LA NATURALEZA.

La organización general de la naturaleza posee este tipo de simetría, aunque ningún ser vivo la tiene con perfección. La razón de la simetría es que un estado de equilibrio debe de ser simétrico.

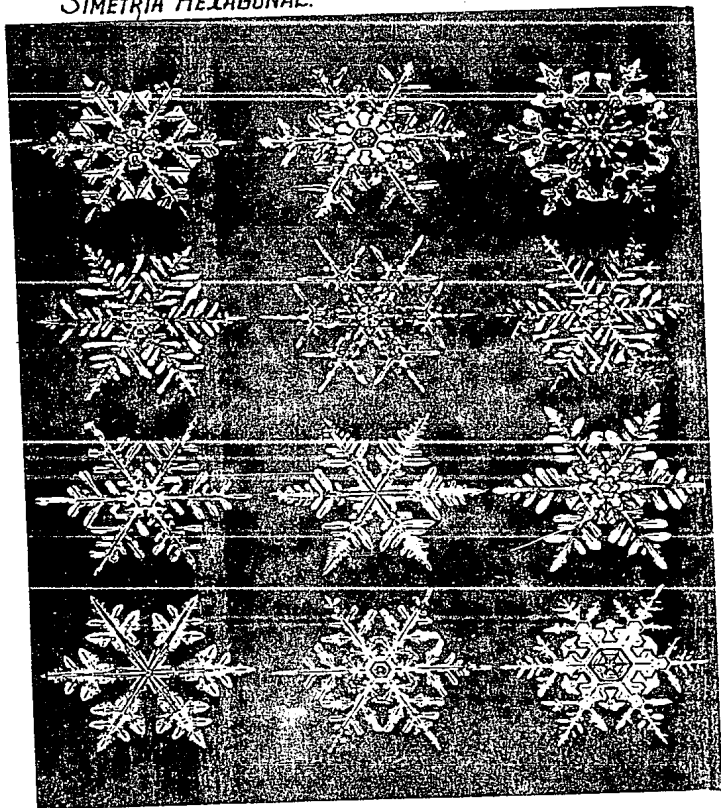
A continuación se dan ejemplos de simetría bilateral del arte griego, que muestran los efectos de superposición de (translación + reflexión) y que a la vez sugieren formas naturales: (Figura 7)



Otro ejemplo de translación (Figura 8)



La simetría pentagonal es frecuentemente encontrada en el mundo orgánico especialmente en las flores. Mientras que en el mundo inorgánico las muestras más perfectas de simetría rotacional (de orden 2, 3, 4 y 6) las encontramos en los cristales de nieve, los cuales proveen los especímenes de simetría hexagonal. (Figura 9)

SIMETRIA HEXAGONAL.

6.5 SIMETRÍA Y ARMONIA

Simetría significa algo bien proporcionado, bien balanceado, que denota concordancia de las varias partes por medio de las cuales se integra el todo.

Vitruvius la define como sigue: "Simetría es el resultado de la proporción ... Proporción es la comensuración de las varias partes que constituyen el todo".¹²

Desde este punto de vista, considerando al objeto como un todo, podemos decir que el sinónimo de simetría es la armonía.

6.5.1 ARMONIA. Robert Girard nos habla de este tema y nos dice que en cualquier forma viviente, las líneas estructurales esenciales que aparecen para separar o unir las partes secundarias de alguna forma se conocen como armonías. La armonía corresponde a las líneas de intento y energía vital. La armonía y el ritmo comparten características porque ambos producen la misma energía vital, aunque la armonía puede revelar trazos hechos por una repetición frecuente de funciones propias de la forma.¹³

En el arte, los ritmos son alternaciones y cadencias mesuradas aplicadas a formas, colores, valores, materiales y líneas.

En una composición gráfica, los ritmos son escogidos apropiadamente, y desarrollados de tal manera para unificar la forma de un trabajo.

6.5.2 Unidad Rítmica en la Naturaleza

Cada cuerpo viviente es completo en sí mismo, es por lo tanto una unidad. Esta se manifiesta por medio de su armonía.

A pesar del hecho de que los cuerpos vivientes repiten sus secuencias provocan cambios de posición, proporción y escala, los ritmos de una forma siempre preservan su unidad de carácter.

La armonía puede manifestarse también por líneas que marcan las diferentes etapas de crecimiento de un cuerpo; por ejemplo los anillos claramente expuestos en el corte transversal de un árbol que corresponden al incremento diametral anual.

La armonía representa la distribución de masas y de energía que anima a la forma viva, también son conocidas estas líneas

distributivas como líneas de partición.

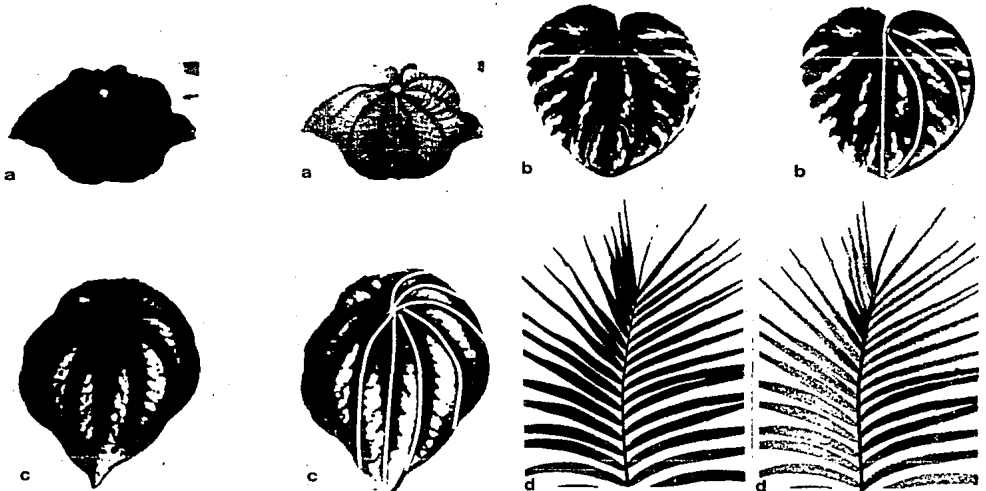
En breve, la armonía es la composición o combinación de líneas estructurales esenciales que se adaptan óptimamente al funcionamiento y carácter estético de la forma, mientras que al mismo tiempo revelan su modo de formación y crecimiento.¹⁴

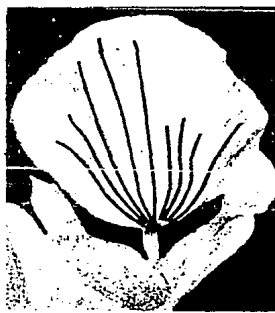
Análogamente a esto podemos sugerir que los trazos auxiliares de un diseño, o composición gráfica desempeñan la misma función que las líneas armónicas en la naturaleza.

6.5.3 Geometría y Armonía. En geometría, la armonía representada por líneas de partición que dividen geométricamente una figura en cuanto a su superficie o formas secundarias están perfectamente balanceadas y en relación mutua.

Tanto en geometría como en la naturaleza la armonía respeta y acentúa el carácter estético de la forma a la que se refieren.

Mostramos algunos ejemplos de hojas en las cuales se distinguen las nervaduras o líneas de partición que en el campo del diseño gráfico se conocen como los trazos auxiliares que nos demuestran la disposición y proporción de estas hojas. (Figura 10)





RESUMEN:

SIMETRIA

1. La palabra simetría proviene del griego 'nmetros' que significa - medurado, de proporción adecuada, de medida conveniente, e indica posición mediante la repetición regular de motivos o circunstancias similares, que ocupan las partes de un todo entre sí y en relación con el todo. La simetría es la base de ordenamiento sistemático y matemático de la variedad de las formas.

El Sistema de los Cuerpos Simétricos:

I Grupos Principales.

El ordenamiento de los órganos de simetría según su especie, posición y número caracteriza la clase de simetría.

Los cuerpos simétricos se clasifican según los órganos de simetría -- en:

- a) Ortosimétricos, si éstos son puntiformes, rectos y planos.
- b) Kyrtosimétricos, si éstos son curvos.

Por la disposición de los motivos existen tres clases de simetría:

- a) Simetría Isométrica; disposición uniforme en cuanto a igualdad de motivos y repetición regular.
- b) Simetría Homeométrica; los motivos son semejantes, sólo se modifican en cuanto al tamaño, posición o gradación.
- c) Simetría Katamétrica; los motivos son desiguales en forma y tamaño, pero están relacionados entre sí por formas análogas.

II Las Operaciones de Superposición y su Composición.

- a) Identidad, descrita como una rotación de 0° a 360° alrededor de un punto de identidad.
- b) Translación, es un corrimiento simple en línea recta de repetición infinita.
- c) Rotación, giro o movimiento circular alrededor del eje de rotación.
- d) Reflexión especular, retrato bilateral en el que se invierten los lados, sobre un eje o plano de reflexión.
- e) Extensión, multiplicación de un motivo, desde un punto de extensión, las configuraciones así obtenidas son semejantes entre sí.

III Clases de Simetría.

La clase y cantidad de órganos de simetría y su posible ubicación dada por el tipo de los cuerpos determinan la simetría de las respectivas formas de los cuerpos.

Dependiendo de la configuración de los cuerpos, se clasifican en:

A. Cuerpos Isométricos Finitos.

- a) Cuerpos Poligonales. La simetría depende de sus vértices y lados.
- b) Cuerpos Esféricos. Comparten posibilidades de simetría de los --- cuerpos platónicos o tridimensionales.

B. Cuerpos Isométricos Infinitos.

- a) Bandas. Pueden ser unilaterales y bilaterales.
- b) Varillas. Las posibilidades de simetría pueden ser infinitas de acuerdo a los ejes de rotación.
- c) Redes Planas y Reticulados Espaciales.

C. Cuerpos Homeométricos.

- a) Bandas Extendidas. (análogas a las isométricas)
- b) Varillas Extendidas. (análogas a las isométricas)
- c) Superficies Extendidas. (análogas a los polígonos regulares).

D. Cuerpos Extendidos Esféricos.

Análogos a los cuerpos esféricos isométricos.

E. Cuerpos de Simetría Inferior.

Abarcan desde los cuerpos katamétricos, pasando por todas las simetrías hasta llegar al grupo de los cuerpos amétricos (sin simetría), es decir, la transformación de un cuerpo ortosimétrico a un cuerpo kirtosimétrico (de forma análoga a los cuerpos katamétricos).

La Simetría en las Plantas Multicelulares.

2. Las plantas repiten en su cuerpo formas iguales o parecidas durante su crecimiento. En este sentido, la simetría de translación se presenta en las plantas en repetición direccional de su crecimiento o simetría longitudinal. Otro factor usual en las plantas es el de la polaridad, cuando en las plantas se presentan órganos opuestos en la punta y en la base de su eje de translación.

El crecimiento en las plantas incluye diversas clases de repetición simétrica como la rotación, la reflexión especular, la extensión, siempre que estas estén orientados en dirección perpendicular al eje-

longitudinal. Las formaciones vegetales también presentan crecimiento desde varios puntos en dirección recta o alternada (homeometría y kyrtosimetría), considerando estas formaciones como simetrías para lelas.

La simetría de la disposición, formación y ramificación de las hojas y las semillas, frutos, flores, etc. esta íntimamente relacionada -- con las operaciones simétricas de superposición, en donde la rota--- ción está dada por el eje, y la expansión por la secuencia de Fibona cci en las series fraccionarias.

Simetría Bilateral.

3. Es un concepto geométrico que refiere operaciones de reflexión y rotación. La simetría bilateral es una idea mediante la cual el hombre, a través de la historia, ha tratado de comprender y crear un -- orden y organización tal como ha encontrado al observar la naturaleza. Así se menciona a la escuela Pitagórica junto con Aristóteles y Platón, quienes tenían la idea de que las leyes matemáticas que go-- biernan la naturaleza son el origen de su simetría.

La simetría bilateral se presenta en la naturaleza en ésta tesis se presentan algunos ejemplos.

Simetría y Armonía.

4. Simetría significa algo bien proporcionado, bien balanceado, que denota concordancia de las varias partes por medio de las cuales se integra el todo. Desde este punto de vista, considerando al objeto - como un todo, podemos sugerir que el sinónimo de simetría es armonía. La armonía en cualquier forma viviente esta determinada por las lí-- neas estructurales que aparecen para separar o unir las partes secundarias de la forma, éstas a su vez son líneas que denotan su energía vital. Las líneas estructurales pueden revelar trazos hechos por una repetición rítmica frecuente de funciones propias de la forma, por - lo que se piensa que el ritmo y la armonía tienen características -- compartidas.

En la composición gráfica, los ritmos son escogidos apropiadamente - para unificar la forma de un todo, alternando colores, valores, lí-- neas y texturas.

Unidad rítmica en la Naturaleza.

5. Cualquier organismo es completo en sí mismo y, por lo tanto, representa una unidad, la cual se manifiesta en su armonía.

En breve, la armonía puede estar representada por líneas que marcan - las diferentes etapas de crecimiento, la distribución de masas y de - energía que anima a la forma viva.

SIMETRIA

CITAS BIBLIOGRAFICAS.

1. K. L. Wolf, Forma y Simetría; p. 7
2. ibid., p. 9
3. ibid., p. 10
4. ibid., p. 11
5. ibid., p. 14
6. G. Bonsiepe, Teoría y Práctica del Diseño Industrial; p. 163
7. K. L. Wolf, op. cit., p. 19
8. ibid., p. 22
9. ibid., pp. 47, 48
10. ibid., p. 48
11. H. Weyl, Symmetry; p. 4
12. ibid., p. 3
13. R. Girard, Color & Composition; p. 58
14. ibidem.

6.6 RITMO.

Robert Girard define el ritmo diciendo: "un ritmo es un movimiento regulado y medurado; un revertimiento a intervalos regulares, de un mismo elemento o grupo de elementos".¹

Grillo por su parte, interpreta el ritmo como: "la repetición de ciertos patrones de sonidos, números, figuras, colores o dirección"² que pueden estar organizados por la geometría de las figuras, relacionadas entre sí de acuerdo a un orden.

6.6.1 Ritmos y Formas Orgánicas.

Para Grillo, ritmo significa vida ordenada armónicamente por medio de leyes matemáticas, o proporción (según Tolsto) al mencionar que la naturaleza es fuente inagotable de ritmos armónicos como resultado de la adaptación de las formas naturales en su esfuerzo por desarrollarse, extenderse y perpetuarse.

Las formas vivientes se desarrollan, y se mueven de acuerdo con los ritmos propios de su naturaleza y función, es decir, que existe una relación íntima entre el ritmo y la materia de la que están contruidos.

La naturaleza nunca está estática se caracteriza por el ritmo, que es movimiento, el signo de vida y la energía; el ritmo es el elemento -- que le confiere a un organismo vitalidad, y es fundamental en el crecimiento del mismo, a través del tiempo y el espacio en un continuo -- movimiento cinético (desde el punto de vista físico).

6.6.2 El Ritmo desde el Punto de Vista del Diseño Gráfico.

El ritmo está involucrado con la continuidad y el movimiento.

Desde este punto de vista el movimiento puede ser de dos tipos:

6.6.2.1 Movimiento Real o Cinético.

6.6.2.2 Movimiento Aparente.

Es aquella sensación percibida por el ojo y la mente del espectador -- en consecuencia a la ruta que siguen nuestros ojos a través de la observación de los objetos, (dígase el fenómeno que experimentamos cuando vemos que los objetos se mueven cuando vamos en un auto, siendo -- que el que se mueve es el espectador) o bien, cuando vemos por un --- cierto diseño compuesto por líneas que produzcan y estimulen en el observador la sensación del movimiento (esto también sucede con la com-

binación de los colores, vease efectos espaciales del color en el capítulo correspondiente).

El ritmo es un elemento de primordial importancia para la expresión de la idea, el mensaje y/o el motivo que un diseñador gráfico desee crear o transmitir, ya que a través de la observación de elementos rítmicos se determina la respuesta al mensaje dado por el diseñador. El ritmo transmite mediante sus elementos la impresión de energía o languidez cargada de fluidez y movimiento rotatorio, en calma o excitación. Ya sea que estos elementos sean reales (como ocurre en la proyección de una película o animación) o aparentes, explícitos o implícitos, el ritmo es lo que le da al diseño su vida y poder.³

Pero también el ritmo se refiere a la organización armónica que puede darse por la secuencia de todos los elementos visuales que constituyen un todo.

Así puede ser que, el ritmo sea regular o repetitivo de un patrón o movimiento, en libre tensión equilibrada a partir de las líneas direccionales de la forma o las fuerzas que la generan.⁴ (véase también la forma desde el punto de vista de la física en el capítulo correspondiente)

6.6.2.3 El ritmo como una organización de fuerzas direccionales tiene dos distintas manifestaciones:

6.6.2.3.1 El ritmo es logrado a través de la repetición de un elemento visual o complejo de elementos.

Y encontramos que existen diversos tipos de repetición. (desde el punto de vista del diseño gráfico)

6.6.2.3.1.1 Repetición de figuras. Estas pueden ser de diferente medida, color y tamaño.

6.6.2.3.1.2 Repetición de Tamaño.

6.6.2.3.1.3 Repetición de Textura. Estas pueden tener diferente forma tamaño o color.

6.6.2.3.1.4 Repetición de Dirección.

6.6.2.3.1.5 Repetición de Color. Donde puede variar la forma y el tamaño.

6.6.2.3.1.6 Repetición de Posición. Se refiere a la forma en que se disponen las figuras en una estructura a intervalos regulares.⁵

6.6.2.3.2 El ritmo se realiza a través de una secuencia, o cambio progresivo en un elemento o complejo de elementos. (por ejemplo lo que ocurre gradual estructural de los tejidos de las plantas en crecimiento, véase anexo de botánica en lo que se refiere a la estructura interna del tallo)

En cualquier caso, el ritmo puede adquirir diversos elementos que --- constituyen la base de secuencia o movimiento rítmico. Por ejemplo el color toma como elementos para crear la sensación de movimiento rítmico, a el matiz, la intensidad y el valor.

6.6.2.4 Ritmos Estáticos y Dinámicos.

6.6.2.4.1 Ritmos Estáticos. Están constituidos por una o varias, iguales o diferentes, líneas, figuras o cuerpos poliedricos geométricos, de tamaños y formas iguales o diferentes, simétricas o uniformemente variadas.

6.6.2.4.2 Ritmos Dinámicos. Estos pueden estar divididos en dos grupos:

6.6.2.4.2.1 Naturales. Como lo son los animales, plantas y minerales.

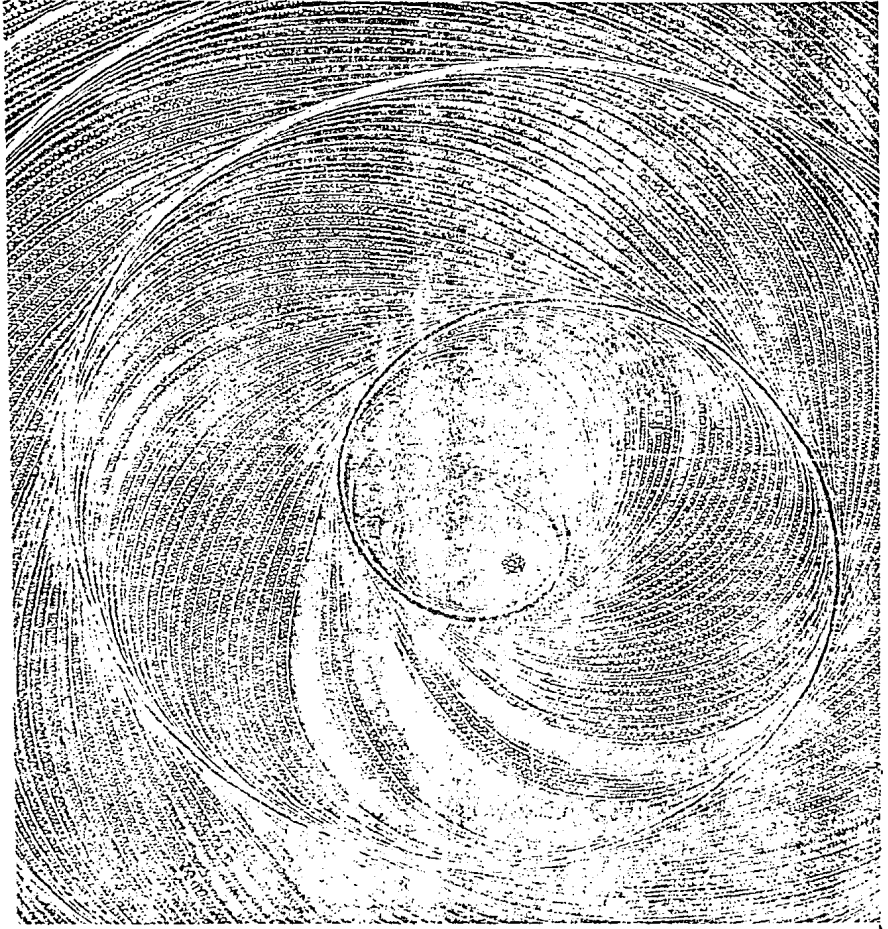
6.6.2.4.2.2 Geométricos. Como lo son las líneas figuras o cuerpos poliedricos.

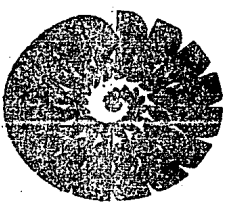
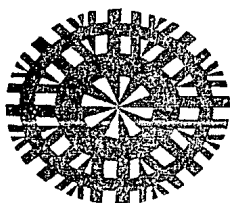
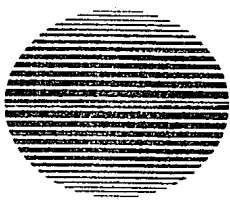
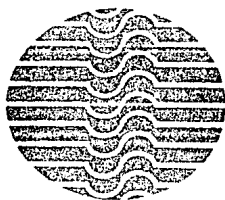
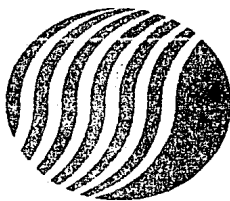
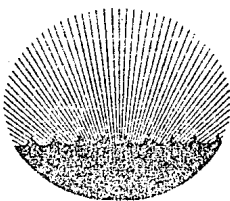
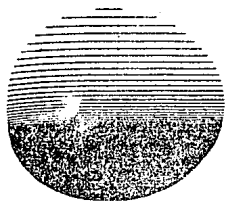
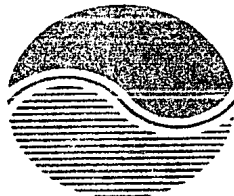
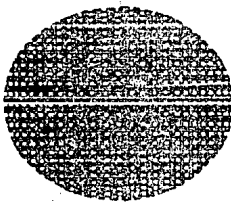
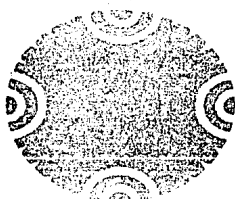
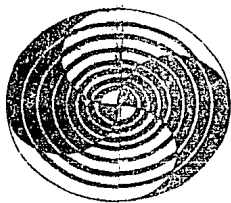
En ambos grupos las medidas, volúmenes y separaciones están en sucesión de aumento o disminución progresiva y armónica.

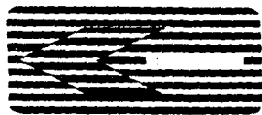
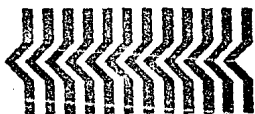
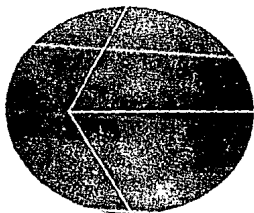
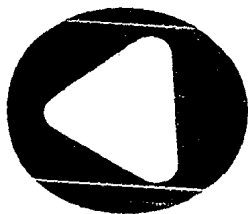
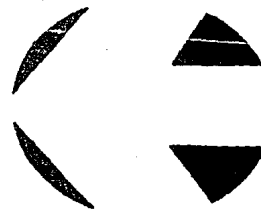
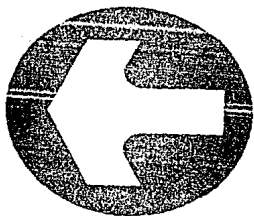
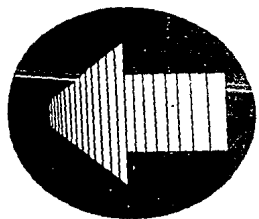
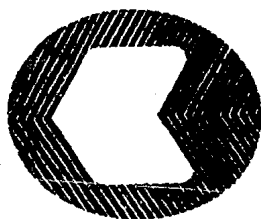
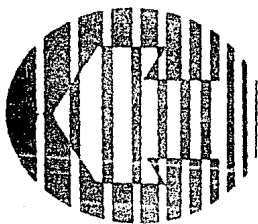
Los ritmos dinámicos observados en los organismos naturales, así como los que encontramos en geometría son desarrollos estructurales crecientes, armónicos y relacionados de algún modo con la sección áurea.⁶

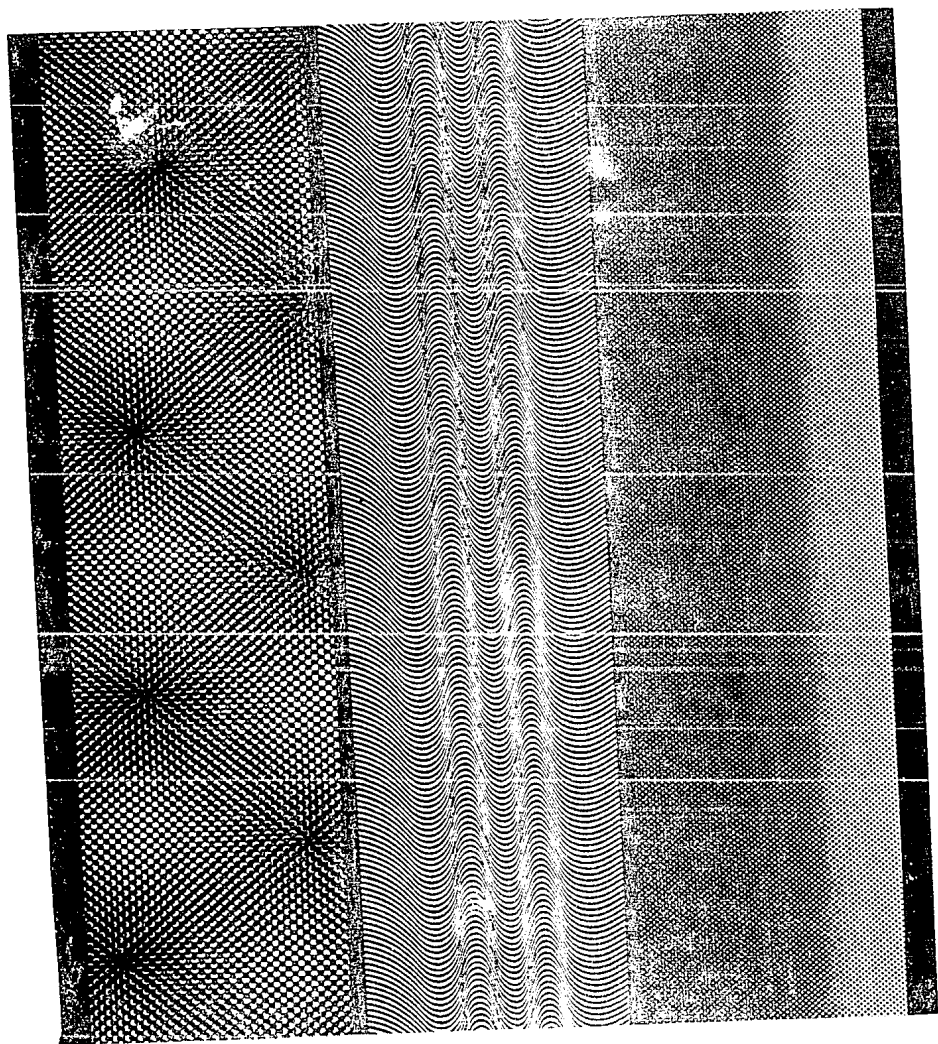
Las láminas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 muestran algunos ejemplos de ritmo y se presentan en las hojas subsecuentes.

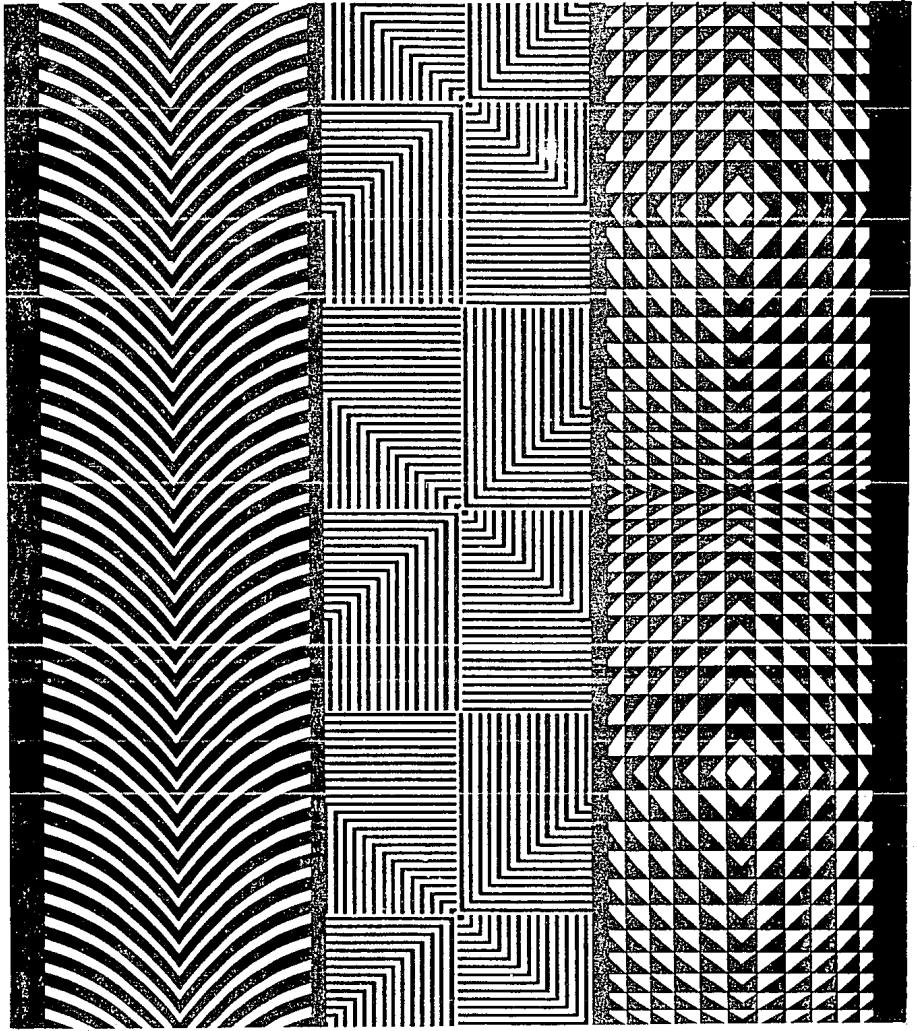
Jekabs Zvilna. Estudio de tiempo y movimiento. La imagen se ha realizado cubriendo un cristal con negro de humo; se ha empleado aceite para esparcir el carbón.

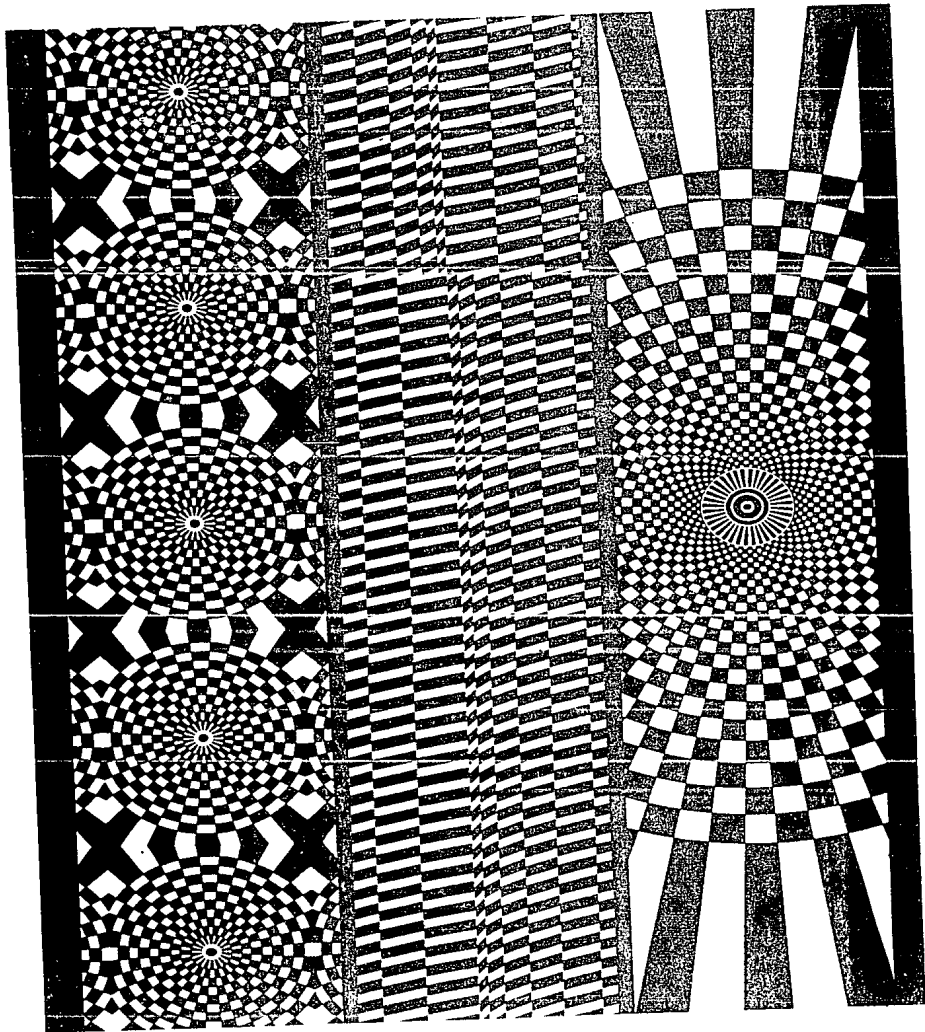


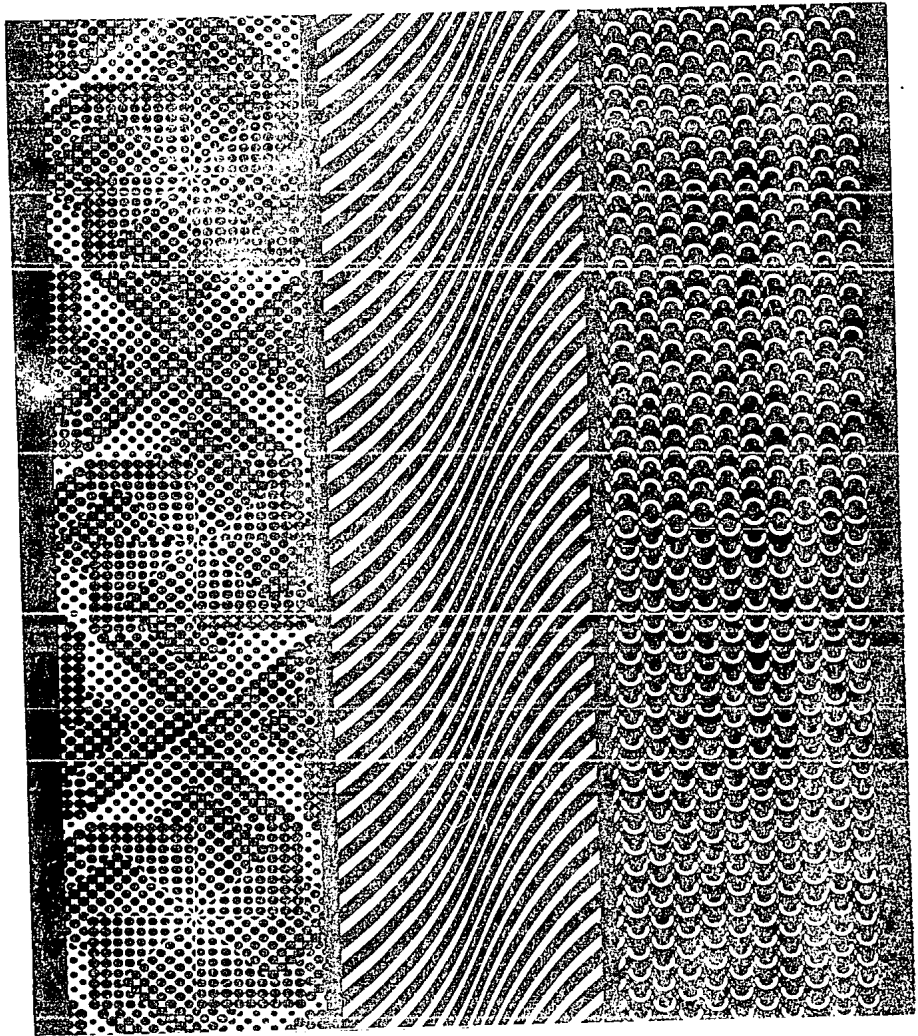












RITMO

CITAS BIBLIOGRAFICAS.

1. R. Girard, Color & Composition; p. 53
2. P. J. Grillo, Form, Function & Design; p. 154
3. J. Lidston, Reinhold Visuals; p. 80
4. M. de Sausmares, Basic Design; The Dynamics of Visual Form; p. 69
5. W. Wong, Fundamentos de Diseño Bi y Tridimensional; p. 19
6. P. Tolsto, La Composición Aurea en las Artes Plásticas; pp. 42,

CAPITULO

7**COLOR**OBJETIVOS

El estudio del fenómeno del color tiene como finalidad didáctica, sensibilizar al diseñador gráfico en su capacidad para percibir las diferencias de matiz, valor, intensidad y gradación tonal, así como la armonía, cualidad, cantidad y el contraste de los colores.

Un ejemplo interesante lo encontramos en los procesos que intervienen en el reconocimiento del color mediante el aparato visual de los insectos. Este es un medio valioso que ayuda al diseñador a comprender la importancia de este, en el reconocimiento visual de los objetos en el medio ambiente, lo auxilia en la creación de códigos identificables para observadores generales o específicos.

Así mismo el conocimiento del color y sus contrastes es un factor importante en la aplicación y diseño de empaques funcionales.

El color es un fenómeno fisiológico, es una sensación o impresión, -- producida en nuestro cerebro a través de la retina de nuestros ojos -- por efecto de la luz o radiación energética visible.

7.1 EL COLOR LA LUZ Y EL OJO.

El ojo cuya función es captar la energía de las radiaciones lumínicas que inciden en el y transformarlas en impulsos eléctricos, los cuales forman códigos que, a través del sistema nervioso son enviados al cerebro donde tiene lugar la sensación del color.

Lo que significa que el patron diferente de señales nerviosas, (los -- códigos) permiten distinguir, diferencias y discriminar un color de -- otro (es decir, una longitud de onda determinada en el espectro) o -- una superficie colorida de otra.

El ojo humano esta recubierto con una capa llamada retina.

7.1.1 La Retina.

La retina está cubierta con un considerable número de células nerviosas microscópicas que recubren la córnea en número de unas 5,000 por milímetro cuadrado, sensitivas a la luz y son de dos tipos básicos, -- llamadas respectivamente bastones y conos.

7.1.1.1 Los Bastones. Se encuentran en número de cien millones, ocupan las áreas foveal y periféricas de la retina, su función principal es actuar en grupos, combinándose de cierta manera para dar una señal visible de luz. Son sensitivos al negro, al blanco y todos los grises intermedios. Los bastones actuan cuando existe muy poca iluminación -- ya que poseen gran sensibilidad para la luz, sin embargo estas células son incapaces de distinguir un color de otro.

7.1.1.2 Los Conos. En el ojo hay seis millones de ellos, se localizan principalmente en el centro de la retina, en particular en la fovea -- (región ocular que sirve para observar los detalles finos del medio ambiente) existen tres tipos de conos para ser considerados:¹

7.1.1.2.1 Conos sensitivos a la luz roja.

7.1.1.2.2 Conos sensitivos a la luz amarilla y verdosa.

7.1.1.2.3 Conos sensitivos a la luz azul.²

Los bastones y los conos están ligados al nervio óptico y tienen por objeto captar y reunir los cuantos de luz, (radiaciones electromagnéticas) que transmiten y transforman en impulsos eléctricos a través --

de las vías nerviosas al cerebro donde se da la correspondiente impresión de los sentidos.

7.2 EXAMEN DEL COLOR DESDE DIFERENTES ASPECTOS.

El color puede examinarse desde diferentes aspectos:

7.2.1 Los físicos estudian la naturaleza de la energía electromagnética, vibraciones y partículas envueltas en el fenómeno de la luz, la dispersión prismática de la luz blanca y los problemas de pigmentación. Las mezclas de la luz cromática, el espectro de los elementos, las frecuencias y las longitudes de onda de los rayos de luz de color. Medidas y clasificación de los colores son también materia de la investigación física.

7.2.2 Los químicos estudian la estructura molecular de los tintes y los pigmentos, problemas de secado rápido, vehículos y preparación de colores sintéticos.

7.2.3 Los fisiólogos investigan los varios efectos de luz y colores en nuestro aparato visual y su relación anatómica con el cerebro, estudian también las funciones del ojo humano, como es la adaptación de la visión en cuanto a los cambios de la luz, la obscuridad y los colores cromáticos; o los fenómenos de las imágenes persistentes (estado psicológico o ilusorio de una imagen que persiste, aunque físicamente se halla dejado de ver).

7.2.4 Los psicólogos se interesan en problemas de la influencia que ejercen los colores en nuestra mente, así como el simbolismo, la percepción subjetiva, la discriminación y efectos de expresividad de los colores.

7.2.5 Finalmente, el diseñador gráfico se interesa en los efectos del color desde su aspecto estético, y necesita la información de los fisiólogos, los psicólogos y en ciertos aspectos la de los físicos y químicos. También se interesa en el lenguaje de comunicación que se genera a través del color.³

7.3 LUZ Y MATERIALES DE COLOR.

7.3.1 Propiedades de los cuerpos de color bajo la luz.

Los cuerpos luminosos absorben una parte proporcional de los rayos luminosos al incidir en la retina del ojo humano, el resto de la luz es difundida o reflejada.

La apariencia de la luz solar es alterada en ocasiones por propiedades físicas y químicas inherentes a los cuerpos.

Mientras que la luz blanca contiene todos los rayos del espectro solar, una luz de color contiene solamente los rayos luminicos que corresponden a su propia coloración.⁴

7.3.2 El Color Material es Relativo.

Los materiales no poseen colores determinados, su aspecto es relativo depende de la iluminación existente en el medio ambiente en que se encuentran.

El aspecto cromático o color del cuerpo de algunos materiales se distingue por la capacidad que tienen de absorber los distintos sectores espectrales de la luz existente.

El ojo registra el 'estímulo de color' a través de la parte no absorbida de la luz. Si el material es opaco, la parte de luz absorbida es remitida o devuelta al observador; si el material es transparente, la luz es transmitida al observador.

Por lo tanto, la gama de color percibido es el resto de luz que llega hasta el ojo humano.⁵

7.3.3 Causa y Origen del Color.

7.3.3.1 El Color y la Luz. La sensación del color depende de la luz, en total obscuridad formas y colores no pueden ser percibidos por el ojo humano. Por lo tanto, la sensación del color desaparece cuando la luz es nula.

'La inmensa diversidad de colores se debe al hecho de que la luz es un compuesto de rayos de diferentes tipos' (Newton).

En Colorimetría, la luz se considera como varias cantidades de energía radiadas por segundo, en diferentes frecuencias, dentro del espectro visible, (el cual oscila entre los 380nm y los 750nm que es el parámetro perceptible para el ojo humano) propagadas como vibraciones transversas en alta velocidad. Las diferentes regiones del espectro pueden ser identificadas ya sea mediante la apropiada frecuencia o por su correspondiente longitud de onda.

La luz tiene como unidad elemental al fotón o luz quanta, la cual es proporcional a la frecuencia de radiación o movimiento ondulatorio; y la velocidad a la que es transmitida es de 3,000,000 Km/seg.⁶

7.3.3.2 El Origen del Color. Este hecho fue demostrado por primera vez por Isaac Newton por medio de su experimento clásico, cuando pasó un haz de luz blanca a través de un prisma, separando las diferentes longitudes de onda para formar un espectro, e invirtiendo el proceso las longitudes de onda se recombinarían para reproducir la luz blanca de nuevo.

Así Newton demostró que la luz del sol está compuesta de un número casi infinito de radiaciones.

Cada color prismático cuenta con sus correspondientes longitudes de onda que así los caracteriza, y cuya unidad de medida es el nanómetro ($1\text{nm} = 10^{-9}$) = 0.000001 nanómetro.⁷

7.3.3.3 Intensidad de la Luz, Adaptación y Cambio. El órgano de la visión está capacitado para adaptarse a los cambios cuantitativos y cualitativos de iluminación y contemplación.

La adaptación cuantitativa es el mecanismo fisiológico en el cual el ojo es capaz de regular su abertura de acuerdo con la cantidad de luz y la calidad de iluminación existente en el medio ambiente. Gracias a ello, el hombre está capacitado para orientarse aún en un lugar bastante oscuro.⁸

7.4 CLASIFICACION DEL COLOR.

La clasificación del color es relativamente reciente; ha evolucionado paulatinamente a partir de los grandes descubrimientos de Newton del siglo XVII.

Empezaremos por describir tres aspectos referentes al color que son: el matiz, el valor y la intensidad, y se identifican como las dimensiones del color.

7.4.1 Matiz.

Los matices espectrales puros se producen al refractarse la luz que pasa por un prisma, tal que, cada matiz pueda identificarse por su correspondiente longitud de onda en el espectro. Estos colores del espectro visual, y compuestos por una sola longitud de onda, (monocromáticos) son percibidos como brillantes saturados y libres de la sensación de negro o blanco se consideran como matices.

La cualidad de un matiz, se determina por la variación de la longitud de onda de cada color espectral, de donde se define el nombre de los-

colores (rojo, amarillo, azul).

Por lo tanto, el matiz se describe como la cualidad que da al color - su nombre.

7.4.2 Valor.

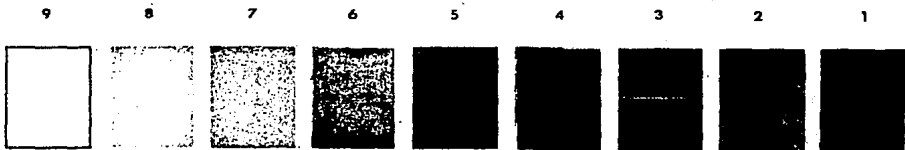
El término 'valor' se da a los diferentes grados de intensidad de luz y sombra, y consecuentemente de color.

De otra manera podríamos referirnos al valor diciendo que:

Cualquier matiz puede modificarse en otra dimensión de color, dependiendo de su grado de iluminación u oscuridad de acuerdo a la cantidad de luz reflejada o radiada desde un objeto.

El término de 'luminosidad' se usa por los físicos quienes lo aplican para referirse a la luz de color; mismos que emplean el de 'valor reflectante' cuando lo aplican a las superficies de color.

Los matices puros (en pigmento) pueden modificarse añadiendo negro o blanco, en tal forma que, las diferencias sean constantes y continuas para definir una escala bidimensional monocromática de valor; -un monocroma describe la relación de color selectivamente derivada de un sólo matiz-. Así el valor de un color cromático, varía desde los muy pálidos o de 'alto valor' hasta los muy oscuros o de 'bajo valor y cambian de valor para dar un tono muy claro o muy oscuro. De la misma manera sucede con los colores acromáticos (de negro a blanco y viceversa pasando por los grises intermedios), los cuales también forman una escala de valor.



7.4.3 Intensidad.

También referida como 'croma'; la dimensión de la intensidad de un color puede definirse como el grado de saturación de un matiz (color puro). De esta manera a mayor saturación de un color, (sin importar su matiz o valor) más intenso y fuerte será, de manera inversa será menos intenso y más oscuro.⁹

7.4.4 El color también se puede describir mediante los siguientes aspectos:

7.4.4.1 Cualidad. La posición y localización dentro del círculo o sólido cromático. Es la que determina la naturaleza de un color en cuanto a su composición química.

7.4.4.2 Cantidad. Es la que determina la brillantez u oscuridad de un color.

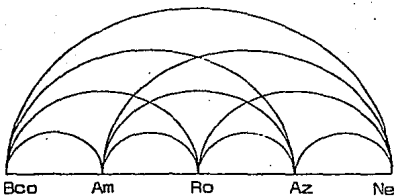
7.4.4.3 Tono. Es el efecto total de el valor, la cualidad y la saturación.

7.4.4.4 Gradación Tonal. Los diferentes tonos se pueden obtener con la mezcla de un color con blanco, negro o gris o bien con un color de diferente brillantez.¹⁰

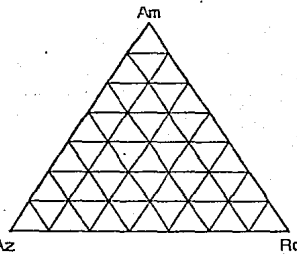
Muchos métodos han sido inventados para el ordenamiento de los colores de una manera sistemática, la mayoría de estos, los disponen de acuerdo a sus tres dimensiones (matiz, valor e intensidad) pero la interpretación de éstas varía de acuerdo al autor y/o el método.

Las representaciones esquemáticas que se presentan a continuación sugieren algunos de los métodos más conocidos.

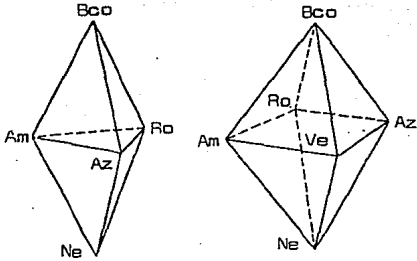
Desarrollo de Sistemas de Color



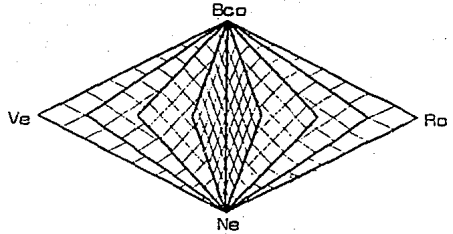
Esquema bidimensional del color de Athanasius Kircher (1971)



Triángulo bidimensional del color de Tobias Mayer (1745)

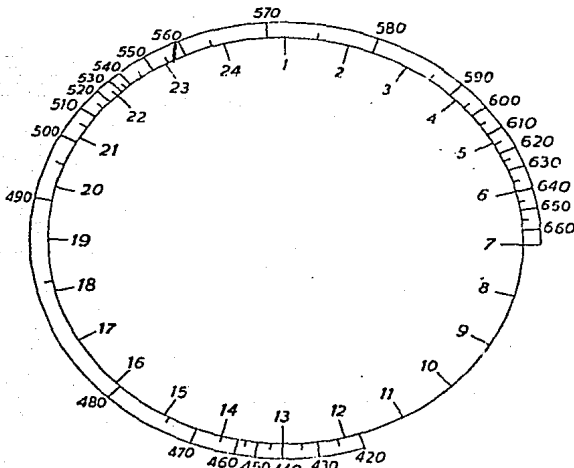


Doble tetraedro Octaedro
Sólidos de color de A. Höfler (1905)

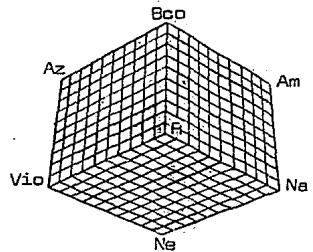
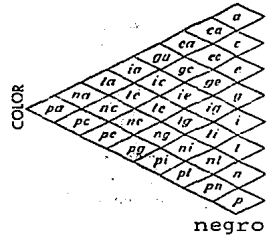


Cuerpo de Color de Wilhelm Ostwald (1916)

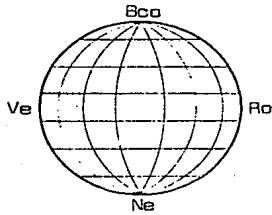
Sección a través del sólido de Ostwald.
blanco



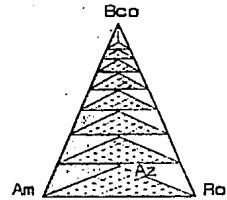
Círculo de Matiz y sus longitudes de onda de Ostwald



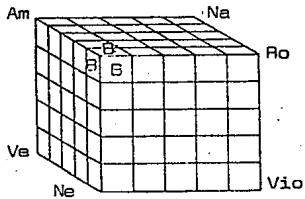
Cubo de 1000 colores de Alfred Hicthler



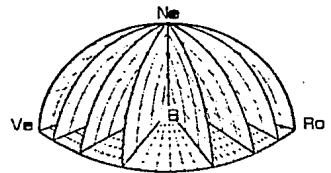
La esfera de color de
P. Otto Runge (1810)



Pirámide de color de Johann
Heinrich Lambert (1772)



Cubo de color de Charpentier
(1885)



Hemisferio de color de Micher
Eugène Chevreul (1861)

7.4.5 La Mezcla Óptica de los Colores.

Este término es aplicado a la combinación de rayos luminosos de diversos colores que inciden en la retina del ojo. En pigmento una mezcla de color es el resultado de la combinación de dos o más colores diferentes.

De esta manera podemos encontrar diferentes cuerpos de color dependiendo de su naturaleza aditiva, sustractiva o de mezcla:

7.4.5.1 Cuerpos Blancos. Un cuerpo aparece como blanco cuando difunde todos los rayos luminicos en igual proporción; es decir, cuando refleja todos los colores del espectro solar.

7.4.5.2 Cuerpos Negros. Un cuerpo que absorbe todos los rayos luminicos que llegan a el aparece como negro.

7.4.5.3 Cuerpos Grises. Un cuerpo que absorbe todos los rayos luminicos en igual proporción pero no completamente, aparece como gris.

Por lo tanto, la mezcla de los dos colores acromáticos darán como re-

sultado la escala de valor que se mostró en páginas anteriores.

La obtención depende de la mezcla de:

Dos colores complementarios, dos colores acromáticos, los tres colores primarios, los seis colores cromáticos o la dilución con agua en diferentes proporciones.

De esta mezcla y de acuerdo con la combinación y proporción usada obtendremos el color gris con tonalidades azuláceas, rosácea o dorada.¹¹

7.4.6 Los Colores Primarios.

Los colores primarios pueden ser aditivos o sustractivos dependiendo de su naturaleza es decir, de luz o de pigmento respectivamente.

Se llama color primario a aquél que es puro, sin mezcla no compuesto, hecho de un sólo pigmento y son tres: Rojo, amarillo y azul. (también llamados colores básicos ya que son la base de todos los demás colores, ya sea del espectro o naturales)

Pero según Harald Koppers los colores primarios son ocho:

Dos colores elementales acromáticos 'negro y blanco' y seis colores elementales cromáticos: Amarillo 'A', Magenta 'M', Cyan 'C', Azul Violeta 'Az', Verde 'V' y Rojo Naranja 'R'.¹²

Desde este punto de vista resulta que los colores primarios llamados Cyan, Magenta y Amarillo son sustractivos ya que absorben o substraen respectivamente las regiones primarias del espectro conocidas como Azul, Rojo y Amarillo, las cuales son aditivas en luz.¹³

7.4.7 Los Colores Secundarios.

Están formados por la mezcla de dos colores primarios:

Amarillo + Rojo = Naranja.

Amarillo + Azul = Verde.

Rojo + Azul = Violeta.

7.4.7.1 Los Colores Terciarios.

Es el resultado de la mezcla de los tres colores primarios en proporciones capaces de una variación infinita.

Amarillo + Naranja = Amarillo anaranjado.

Rojo + Naranja = Rojo Anaranjado.

Rojo + Violeta = Rojo Violáceo.

Azul + Violeta + Azul Violáceo

Azul + Verde = Azul Verdoso

Amarillo + Verde = Amarillo Verdoso.

7.4.8 Los Colores Complementarios.

Los colores complementarios son la combinación de los tres colores -- primarios, mezclados en cierta proporción dan como resultado sustractivo el color acromático negro.

Una mezcla análoga de colores prismáticos (en luz) produce el color - acromático blanco como resultado de una adición.

Los colores complementarios, son aquellos que se encuentran localizados diametralmente opuestos en el círculo cromático, su importancia - reside en los efectos psicofisiológicos que producen en el observa---dor, tales como:

7.4.8.1 Imagen Retardada. Es un proceso de adaptación de la retina, -- mediante una prolongada observación de una área (por lo menos durante veinte segundos) apropiadamente iluminada por ejemplo de un patron de color amarillo, produce el estímulo de los conos del color amarillo, - afectando las áreas receptoras de la retina de los colores rojo y verde de las cuales transmiten la sensación de amarillo al cerebro, para -- perder gradualmente su sensibilidad. Si inmediatamente después fijamos la vista en una superficie blanca, uniforme, el patron previo será visto como una imagen persistente o retardada que aparecerá como una ilusión óptica que será de color violeta debido a que los receptores en la retina del color azul no han sido estimulados aún.

En otras palabras cuando los receptores visuales han perdido su sensibilidad o bien han sido saturados con un color observado, se percibirá una "visión de un cambio de color" este fenómeno se conoce con el nombre de 'contraste sucesivo'.

Los efectos del contraste sucesivo, contraste simultáneo y de imagen-- persistente son producto de una reacción psicológica producida por la diferencia de contrastes.¹⁴

7.4.8.2 Los Agentes de Color y sus Efectos.

El ojo y la mente archivan distintas percepciones a través de comparaciones y contrastes. Así resulta que la armonía de los colores impli-

can balance. Esto puede explicarse cuando el ojo dispone de el color-complementario, en busca del restaurar el equilibrio del mismo.¹⁵

7.4.9 LOS SIETE CONTRASTES DE COLOR.

hablamos de contraste cuando distintas diferencias pueden ser percibidas entre dos efectos comparados. Cuando estas diferencias están en un grado máximo se dice que son contrastes diametrales o polares. --- Nuestros órganos de los sentidos funcionan sólo por medio de comparaciones. Los efectos de color están similarmente intensificados o debilitados por medio de contrastes.

Al estudiar las características de los efectos del color, podemos detectar siete diferentes tipos de contrastes.

Cada uno es único en carácter, valor, visibilidad, expresividad y --- efecto simbólico y unidos constituyen el recurso fundamental del diseño gráfico, estos son:¹⁶

7.4.9.1 Contraste de Matiz.

Son aquellos colores sin diluir en su más intensa luminosidad.

Algunas combinaciones son:

Amarillo/ verde/ violeta.

Amarillo/ rojo/ azul.

R rojo/ azul/ verde.

Amarillo/ azul/ violeta.

Violeta/ verde/ azul/ naranja/ negro.

El contraste diametral extremo está representado por la combinación:

Amarillo/ rojo/ azul y es el de mayor intensidad.

El otro extremo será el más débil y está representado por:

Naranja/ verde/ violeta.

En el caso del contraste de matiz, si los colores que intervienen están separados por líneas blancas o negras, sus características individuales emergerán más vivamente.

7.4.9.2 Contraste Claro-Obscuro.

Los colores acromáticos blanco y negro así como la escala de valor -- acromática, son los que dan lugar a el contraste claro oscuro.

Las características del color acromático gris neutro son peculiares -- ya que siendo un indiferente, es fácilmente influenciado por el con-

traste de sombra y matiz. Cualquier color instantáneamente transformará la neutralidad del gris, hacia un efecto de color complementario - correspondiendo matemáticamente a la activación del color. Esta transformación ocurre subjetivamente en el receptor no objetivamente en los colores mismos. El gris neutro también puede suavizar la fuerza - de un color vecino absorbiéndola.¹⁷

7.4.9.3 Contraste Cálido - Frío.

Puede resultar extraño identificar una sensación de temperatura con - la visión real de la sensación del color. De cualquier forma experimentos han demostrado una diferencia de 2 a 3 grados centígrados, en el sentido subjetivo de calor o frío entre un cuarto pintado en azul-verdoso y otro en rojo anaranjado. Los habitantes del cuarto pintado - en azul verde sintieron frío a una temperatura de 15°C, mientras que los ocupantes del cuarto pintado en rojo anaranjado, no sintieron --- frío hasta que la temperatura bajo a 11°C.

Objetivamente, esto significa que el color azul verdoso disminuye la circulación del cuerpo y el rojo anaranjado la estimula. El contraste frío- cálido es usado dentro del campo del diseño de interiores, o de ambientación. Otro empleo es el llamado 'cromoterapia' que esencialmente se usa en hospitales como método terapéutico en el tratamiento de disturbios físicos tales como la circulación sanguínea, la anemia, etc.

Los colores considerados como cálidos son:

Amarillo, amarillo-anaranjado, naranja, rojo-anaranjado, rojo y rojo-violáceo.

Y los que se consideran como fríos son:

Amarillo-verdoso, verde, azul-verdoso, azul, azul-violáceo y violeta.

Las polaridades de este contraste son:

Por un lado rojo-anaranjado y por el otro azul-verdoso.

Y sus propiedades se pueden verbalizar en numerosos términos contrarios:

Frío- cálido; sombra- luz; transparente- opaco; sedante- estimulante; diluido- denso; airado- terroso; lejos- cerca; ligero- pesado; mojado seco.¹⁸

Las diversas impresiones antes mencionadas ilustran la versátil habi-

lidad expresiva del contraste, misma que se aplica para crear la sensación de acercamiento o distanciamiento por lo que se le considera un elemento compositivo importante en la representación gráfica de los efectos de perspectiva.

7.4.9.4 Contraste Complementario.

Los colores complementarios mezclados, evocan un tono negro grisáceo-neutral. Físicamente si hablamos de luz, dos colores complementarios-mezclados, producirán el color blanco.

Los pares complementarios son:

Amarillo/ violeta. Azul/ naranja. Rojo/ verde.

Cada par complementario tiene sus propias peculiaridades:

Amarillo/ violeta representa el contraste extremo de luz y sombra.

Rojo/ verde y Azul/naranja son pares complementarios pero a la vez representan la polaridad del contraste frío- cálido.

Los colores complementarios son la base de un diseño armonioso, porque su observancia establece el equilibrio preciso en el ojo.

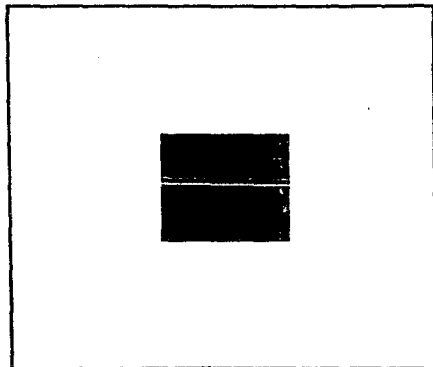
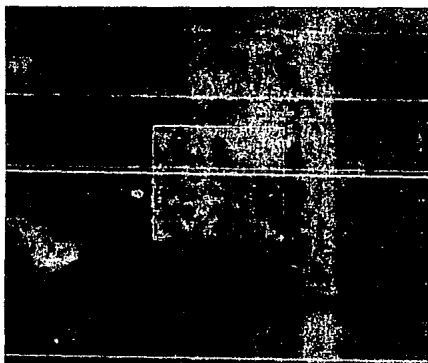
La naturaleza muestra la mezcla de los colores complementarios, por medio del par rojo/verde, que se encuentra en los tallos y las hojas de algunas plantas, por ejemplo un rosal.¹⁹

7.4.9.5 Contraste Simultáneo.

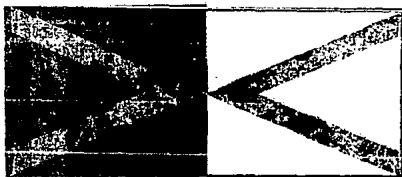
Resulta de el hecho de que, para cualquier color dado, el ojo simultáneamente requiere del color complementario y lo genera espontáneamente. Para demostrar este proceso: si dos colores complementarios desplegados sobre un mismo tono medio, estos darán como resultado como resultado un tono neutro. De la misma manera si usamos un panel de tono medio con un color cálido, este parecerá frío, en cambio ocurrirá lo contrario con el mismo tono medio cuando se coloca encima de el un tono frío, es decir, aparecerá como un tono cálido.

Este experimento demuestra que el ojo ve el matiz opuesto o contras-tante, simultáneamente al observar los dos colores (tanto el cromático como el acromático).²⁰

En las figuras 1 y 2 se muestra un ejemplo de contraste simultáneo, en ambas el mismo tono neutro (gris) en contraste con dos diferentes-fondos. El gris aparentemente es más pálido en contraste con el fondo oscuro, y más oscuro al estar en el fondo blanco.



Este mismo efecto se muestra en la figura 3 con una escala más variada de tonos, sin embargo, el círculo de enmedio es del mismo color, - aunque difiere dependiendo del color del fondo que tiene.



Veáse también la figura 4 de contraste simultáneo.



7.4.9.6 Contraste de Saturación.

Saturación o cualidad, es el grado de pureza de un color; el contraste de saturación se genera entre los colores puros e intensos, en comparación con aquellos diluidos y mates.

Los matices prismáticos (producidos por dispersión de la luz blanca) son de máxima saturación o intensidad de tono, pero también entre pigmentos se da este caso.

Los colores pueden estar diluidos en cuatro diferentes formas con muy diversos resultados:

Diluido con blanco, da al color un carácter frío.

Diluido con negro, da al color un aspecto mate; ya que el negro priva a los colores con los cuales se diluye de sus cualidades de luz.

Diluido con gris, esto da como resultado tonos de menor, mayor o ---- igual brillantez, pero en cualquiera de los casos de menor intensidad que la que le corresponde a un color puro. Esta mezcla hace a los colores más o menos mates y neutrales.

Los colores puros, pueden diluirse con la mezcla de su correspondiente color complementario.²¹

7.4.9.7 Contraste de Extensión.

Es el contraste entre áreas de colores diferentes grandes o pequeñas. Los colores pueden estar ensamblados en áreas de cualquier tamaño, -- siempre y cuando la proporción entre los colores se encuentre equilibrado.

Dos factores determinan la fuerza de un color puro:

7.4.9.7.1 Su brillantez o valor de luz, lo cual se estima comparando los colores puros en un fondo gris neutral o de brillantez media. Así encontraremos que la intensidad de los diferentes matices son distintos.

7.4.9.7.2 Su extensión, el área que ocupa cada color en referencia a otro.

Para calcular y proporcionar la extensión de un color Goethe estableció radios numéricos simples para los valores de luz y se dan a continuación:

Amarillo. Naranja. Rojo. Violeta. Azul. Verde.

9

8

6

3

4

6

Las proporciones para los pares complementarios son:

Amarillo: Violeta = $9 : 3 = 3 : 1 = 3/4 : 1/4$

Naranja : Azul = $8 : 4 = 2 : 1 = 2/3 : 1/3$

Rojo : Verde = $6 : 6 = 1 : 1 = 1/2 : 1/2$

Convirtiéndolo estos valores de luz a las áreas armónicas deberán tomar los recíprocos, de los valores de luz. Por ejemplo el amarillo siendo tres veces más intenso, que el violeta deberá ocupar sólo una tercera parte del área total de la que ocupe su complementario.

La figura 5 (a, b, c) muestra las áreas armónicas relativas para los colores complementarios:

$1/4$	$3/4$
Amarillo	Violeta
$1/3$	$2/3$
Naranja	Azul
$1/2$	$1/2$
Rojo	Verde

Las áreas armónicas para los colores primarios y secundarios son por lo tanto, como siguen:

Amarillo. Naranja. Rojo. Violeta. Azul. Verde.
 3 4 6 9 8 6

O bien:

Amarillo : Naranja = $3 : 4$

Amarillo : Rojo = $3 : 6$

Amarillo : Violeta = $3 : 9$

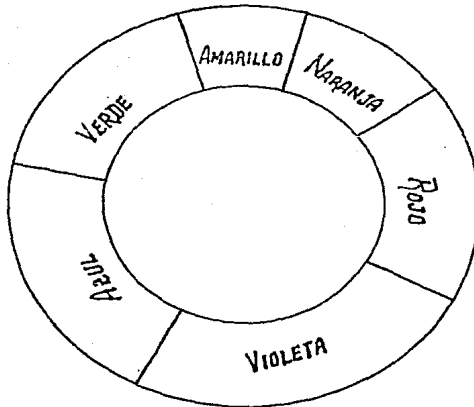
Amarillo : Azul = $3 : 8$

Amarillo : Rojo : Azul = $3 : 6 : 8$

Naranja : Violeta : Verde = $4 : 9 : 6$

y así sucesivamente todos los demás colores se relacionan unos con -- otros similarmente.

La figura 6 muestra el círculo de colores primarios y secundarios en proporción armónica:



Las áreas armónicas producen efectos estáticos y silenciosos; el contraste de extensión se neutraliza con las proporciones armónicas. Los radios aquí establecidos son válidos sólo cuando todos los matices aparecen en su máxima pureza. Si estos son alterados, el equilibrio de las áreas cambia o se rompe.

El contraste de extensión posee la tendencia similar al efecto del -- contraste simultáneo.

Por lo que la minoría de color en contraste reacciona defensivamente, para aparecer con mayor intensidad, que si este contraste estuviera -- dado en áreas y cantidades iguales y armónicas.

Una ley similar de compensación funciona en el campo biológico, en -- las plantas, las cuales tienen en la mayoría de sus formas el color -- verde, por lo que si una pequeña cantidad de color diferente aparece -- este será un punto de atención para el espectador, debido a su alto -- poder contrastante y provocará en él un alto grado de atracción vi-- -- sual. 22

7.5 LA ARMONIA DEL COLOR.

Son las relaciones que establecen las bases para una composición. Los acordes de color se pueden formar por medio de dos (diadas), tres (triadas) o cuatro (tétradas) tonos diferentes.

7.5.1 Diadas. En el círculo cromático (6 matices) dos colores diametralmente opuestos dan como resultado los pares complementarios o diadas armónicas:

Rojo/ verde. Azul/ naranja. Amarillo/ violeta.

7.5.2 Triadas. Tres matices del círculo cromático dados de tal modo que, su posición forme un triángulo equilátero, estos son:

Amarillo/ rojo / azul.

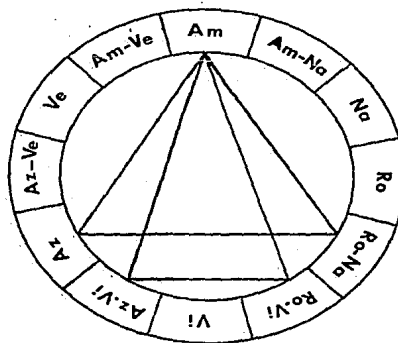
Naranja/ violeta / verde.

Amarillo- naranja/ rojo- violeta/ azul- verde.

Amarillo- verde/ rojo- naranja/ azul- violeta.

Si un color en las diadas complementarias por ejemplo amarillo/ violeta es reemplazado por sus dos vecinos, así: Amarillo con azul- violeta y rojo- violeta o violeta con amarillo- verdoso y amarillo- anaranjado, las triadas resultantes son armónicas en carácter, representadas por un triángulo isósceles. (figura 7)

Los colores relacionados con los vértices de los triángulos son triadas armónicas, los cuales pueden rotar a voluntad del usuario. (figura 7)



7.5.3 Tétradas. Si escogemos dos pares de complementarios en el círculo cromático cuyos diámetros conectantes estén perpendicularmente situados a cada uno, obtendremos un cuadrado

En la figura 8 se muestran tres tétradas de éste tipo, en el círculo de doce matices y son:

Amarillo/ violeta/ rojo- anaranjado/ azul- verdoso.

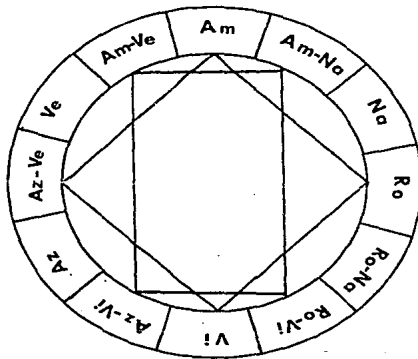
Amarillo- anaranjado/ azul- violeta/ rojo/ verde.

Naranja/ azul/ rojo- violáceo/ amarillo- verdoso.

Más tétradas se obtienen dentro de un rectángulo que contenga dos pares de complementarios así:

Amarillo- verdoso/ rojo- violáceo/ amarillo- anaranjado/ azul- violáceo.

Amarillo/ violeta/ naranja/ azul. (figura 8)



7.5.4 Exádas. Pueden derivarse de un hexágono inscrito en el círculo de doce matices, de esta manera tres pares de complementarios se obtienen como una exáda armónica. De esta forma resultan dos exádas:

Amarillo/ violeta/ naranja/ azul/ rojo/ verde.

Amarillo- anaranjado/ azul- violáceo/ rojo- anaranjado/ azul- verdoso/ rojo- violáceo/ amarillo- verdoso.²³

RESUMEN:

EL COLOR

1. Por medio del estudio de la luz, se deduce que el fenómeno del color es una sensación que llega al cerebro a través de un complicado proceso, que empieza por la estimulación de la retina de nuestros ojos y sus componentes anatómicos: los conos y los bastones.

2. El examen del color puede hacerse desde diferentes campos del conocimiento: a) desde el punto de vista físico, b) químico, c) fisiológico, d) psicológico e) del diseño gráfico.

3. La luz determina el color de un cuerpo dependiendo de las propiedades de absorción o reflexión.

De donde se puede entender que el color de los cuerpos es relativo.

4. El color es causado por la luz, en completa obscuridad las formas y los colores no pueden ser percibidos por el ojo humano.

El origen del color y el espectro lumínico, fueron estudiados por primera vez a través de un experimento clásico hecho por Newton, quien demostró que la luz solar está compuesta de un número casi infinito de radiaciones que determinan cada uno de los colores existentes.

El ojo humano tiene la capacidad de adaptarse a la intensidad y a los cambios de iluminación por medio de un proceso fisiológico.

5. La clasificación del color incluye tres aspectos:

a) Matiz. Comprende los colores puros del espectro o monocromáticos.

b) Valor. Son los diferentes grados de intensidad de luz y sombra.

c) Intensidad. Es el grado de saturación de un matiz.

d) Cualidad del color. Es la posición y localización de un color dentro del sólido cromático.

e) Cantidad del color. Es el grado de brillantez y obscuridad.

f) Gradación Tonal, o Tono. Los diferentes grados de saturación.

6. La mezcla de los colores puede estar dada de dos formas:

a) En luz. Por la combinación de rayos luminosos de diversos colores.

b) En pigmento. Es el resultado de la combinación de dos o más colores diferentes.

De esta manera existen diversos cuerpos de color, dependiendo de su naturaleza aditiva, sustractiva o de mezcla:

A. Cuerpos Blancos. Aquel que refleja todos los colores del espectro

solar.

- B. Cuerpos Negros. Son aquellos que absorben todos los rayos lumínicos que llegan a él.
- C. Cuerpos Grises. Son aquellos que absorben todos los rayos lumínicos en igual proporción pero no completamente.
7. Los colores primarios pueden ser:
 - a) Aditivos o absorbentes de luz: azul, rojo y amarillo.
 - b) Sustractivos, son aquellos que sustraen las regiones primarias del espectro: cyan, magenta y amarillo. (en pigmento)
8. Los secundarios y terciarios surgen de la mezcla de dos y tres colores primarios respectivamente.
9. Los colores complementarios, son el resultado de los tres colores primarios en cierta proporción y que dan lugar a los colores acromáticos blanco o negro dependiendo de la mezcla aditiva o sustractiva respectivamente.

La importancia de los colores complementarios residen en los efectos psicofisiológicos que producen en un observador estos son:

- a) La imagen retardada.
- b) El contraste sucesivo o complementario.
- c) El contraste simultáneo.

Ya que el ojo esta capacitado para restaurar el equilibrio de fuerzas mediante el balance o disposición del color complementario si éste no existe materialmente.

10. Los órganos de los sentidos, especialmente el de la visión funcionan por medio de comparaciones y contrastes.

Al estudiarse los efectos de color se tiene que hay siete tipos de -- contrastes:

- a) Contraste de Matiz.
- b) Contraste Claro- Oscuro.
- c) Contraste Frío- Cálido.
- d) Contraste Complementario.
- e) Contraste Simultáneo.
- f) Contraste de Saturación.
- g) Contraste de Extensión.

11. La armonía del color se da por el ordenamiento de acuerdo a una composición.

De aquí resulta que los acordes de color se pueden formar por medio-- de dos (diadas), tres (triadas) o cuatro (tétradas) tonos diferentes.

EL COLOR

CITAS BIBLIOGRAFICAS.

1. E. Verity, Color Observed; pp. 84, 85
2. R. Girard, Color & Composition; p. 12
3. H. Küppers, Fundamentos de la Teoría de los Colores; p. 12
4. R. Girard, ibidem.
5. H. Küppers, ibidem.
6. E. Verity, op. cit., p. 32
7. J. Itten, The Elements of Color; p. 16
8. H. Küppers, ibidem.
9. E. Verity, op. cit., pp. 4, 5
10. R. Girard, op. cit., pp. 10, 11
11. ibid. p. 14
12. H. Küppers, op. cit., p. 32
13. J. Itten, op. cit., p.16
14. E. Verity, op. cit., p. 91
15. J. Itten, op. cit., pp. 17, 19
16. ibid., p. 32
17. ibid., pp. 33- 37
18. ibid., pp. 45- 46
19. ibid., pp. 49, 50
20. E. Verity, op. cit., p. 135
21. J. Itten, op. cit., pp. 55, 56
22. ibid., pp. 59- 62
23. ibid., pp. 72, 73

7.6 EL COLOR BIOLOGICO.

La interacción normal entre la luz solar y la composición química de todas las superficies de las plantas verdes sobre la tierra, que disponen de un pigmento llamado clorofila para la fotosíntesis de carbohidratos, en donde la energía de la luz es usada por la planta para convertir agua, dióxido de carbono y minerales, a azúcares simples -- elaborados a partir de almidones ricos en energía, proteínas, ácidos orgánicos grasas y otros compuestos químicos necesarios para la supervivencia de la planta. Es decir que, las plantas verdes, con la ayuda de la clorofila, pueden sintetizar carbohidratos, (del agua y el ---- dióxido de carbono) absorben la energía de la luz solar, sintetizan-- proteínas, que contienen (nitrógeno y sulfuro) de fuentes inorgánicas (hidrógeno, oxígeno y carbono) de fuentes orgánicas.

Los organismos animales y vegetales necesitan energía lumínica que se almacena como energía química en los productos orgánicos que son necesarios para el crecimiento la reproducción y otros procesos dinámi---cos.¹

7.6.1 Coloración en las Plantas.

La mayoría de la coloración en las plantas depende primordialmente de las ondas de luz reflejadas y transmitidas, y están íntimamente relacionadas con sus diferentes funciones. La luz absorbida por la planta sirve como una fuente de energía que puede usarse en las reacciones bioquímicas, como ocurren en la fotosíntesis o simplemente contribuye al balance térmico del organismo.

En la vida de los animales y las plantas, los colores biocromáticos,-- resultan de la presencia de partículas o pigmentos químicos los cuales reflejan selectivamente la luz, mientras que los colores estructurales resultan de la acción de la luz en la estructura física de las superficies.

Los pigmentos naturales pueden agruparse en:

7.6.1.1 Nitrógenos. Los cuales incluyen a los cloroplastos. (mólec---las que se encargan de la absorción de la luz).

7.6.1.2. No- nitrógenos. Los cuales incluyen a los carotenoides, que --son los pigmentos comprendidos principalmente entre las áreas espec---

trales del amarillo, naranja y rojo y están distribuidas en los pétalos, el polen, la fruta y en algunas raíces de la plantas.

Su función es la de convertir la energía lumínica en clorofila, antes de que la energía química pueda ser liberada.

En este grupo también se encuentran las anthocyaninas, estos son ---- otros pigmentos de las plantas, las cuales producen el color rojo y - púrpura, de tallos, brotes, yemas y las hojas otoñales.

7.6.2. El Reconocimiento de los objetos en relación con la sensación del color.

Los seres vivos poseen un órgano visual por medio del cual son capaces de orientarse por determinadas radiaciones de energía, captadas - ópticamente de su entorno, enjuiciando su situación individual y las posibilidades de sus movimientos.

La orientación visual permite a los seres vivos el reconocimiento de las más diversas características como: el tamaño y la distancia a los objetos, los estados de calor o frío. El color en estos casos es una información visual, por lo que no es el mismo para todos los seres vivos pues cada uno reconoce las diferencias de color y los detalles en el campo visual por medio de estímulos (de composición espectral) para desarrollar así diferentes códigos.

En el reconocimiento visual de los objetos, la cadena de efectos entre la emisión de luz y la captación del estímulo de color por parte del ojo de un ser vivo siempre sigue el mismo desarrollo.³

7.6.3 La Función del Color en los Organismos Vivos.

La aparente función de las flores es la de atraer a los agentes polinizadores para promover la fecundación.

Ciertos colores y sus combinaciones son invisibles para el hombre, no así para los insectos. Algo similar pasa con los pájaros, ya que son atraídos hacia las flores y frutas (que mediante la ingestión de estas últimas distribuyen las semillas y contribuyen al ciclo vital de las plantas) particularmente el rojo, naranja, amarillo, azul, violeta y blanco.

Para que las especies animales puedan sobrevivir las plantas deben de reproducirse y la mayoría anuncia su presencia mediante su color, las plantas a su vez adoptan la forma de los órganos reproductores de los

insectos (agentes polinizadores potenciales) para ayudar a la polinización.⁴

La interacción entre insectos y flores está relacionada con las cualidades perceptuales de los ojos compuestos de los insectos, mismos que muestran respuesta máxima a los estímulos de los colores fluctuantes en las áreas espectrales del amarillo-verdoso, los rayos ultravioleta y los rayos X. (ver tabla de escala electromagnética al final)

Las abejas son agentes polinizadores potenciales, estas son atraídas por los patrones florales de colores amarillo/ negro y rojo/ negro, - que normalmente son como señales de peligro para los pájaros, ya que los insectos venenosos están asociados con estas combinaciones de color.⁵

Los colores como mencionamos antes actúan como advertencia para los - animales depredadores, especialmente aquellos colores brillantes, que son característica esencial de aquellas plantas de mal sabor, olor - o de carácter ponsoñoso, tales colores se llaman aposemáticos.

7.6.4 El Color y los Ojos de los Insectos.

La respuesta visual al color por parte de los diferentes insectos es selectiva, asociada con un patrón estructural determinado y ligada esencialmente a la supervivencia de las especies, como un producto de selección natural.

La capacidad visual en cada criatura viviente está condicionada por - factores que gobiernan su sobrevivencia.

La fuente básica del sentido visual es la respuesta a la luz, los insectos pueden distinguir formas, aunque esta habilidad puede estar estrictamente limitada por la distancia; las abejas pueden diferenciar las hojas de las flores a una distancia no mayor a unos cuantos centímetros. El marco de referencia de tales insectos está confinado a las señales de sobrevivencia y los símbolos que corresponden a líneas primitivas, puntos, luz y sombra, que significan para éstos señales de - su hogar o en el caso de estas y otros insectos estos patrones simbolizan su alimento.

Existen varios tipos de órganos visuales:

7.6.4.1 Los receptores primitivos de luz, forman parte de un equipo -

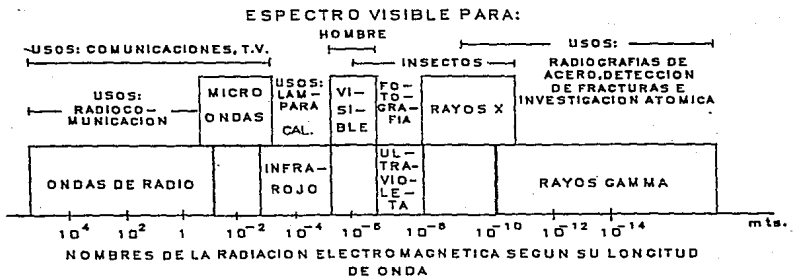
sensorial, de insectos tales como las orugas, las arañas y los gusanos.

7.6.4.2 El ojo compuesto, contiene un suplemento que actúa como mediador de luz que proporciona información, en cuanto a la dirección de la misma, y otros datos como la orientación.

Miles de facetas componen el ojo de este tipo de un insecto; cada faceta contiene diferentes células visuales, que están dispuestas en un enrejado a prueba de la luz, esta penetra a través de un lente y un cono cristalino dentro de las fibras que la conducen hacia el cerebro.

El ojo compuesto de una abeja posee quince mil facetas, cada una de las cuales es capaz de observar sólo su propio sector. Cada momento el sol es visto por un lente simple, capacitando a la abeja en su vuelo, ya que la visión ultravioleta que posee le permite localizar el sol aún a través de las nubes.

A pesar de que los insectos más primitivos son sensibles sólo a los cambios entre luz y sombra, hay otros más evolucionados que pueden distinguir formas, colores y patrones, los cuales son esenciales para su sobrevivencia.⁶ (su contexto vivencial)



RESUMEN:

EL COLOR BIOLÓGICO

1. El color juega un papel muy importante en las plantas verdes, ya que estas poseen un pigmento llamado clorofila, mediante el cual desempeñan el papel de la fotosíntesis (proceso energético-sintético) que permite a la planta elaborar sus alimentos a partir de la transformación de energía lumínica a energía química, con lo cual puede desarrollarse todas sus funciones vitales.

2. La coloración en las plantas depende de las ondas de luz reflejadas y transmitidas, que están relacionadas con las funciones de la misma.

Los pigmentos naturales pueden agruparse en dos clases:

- a) Nitrógenos. Proporcionan a la planta el color verde.
- b) No-nitrógenos. Proporcionan a la planta los tonos amarillo-naranja y rojo de los frutos y flores.

3. El reconocimiento visual de los objetos, la capacidad para orientarse y el conocimiento del medio ambiente, están relacionados con la sensación del color dependiendo del ser vivo que se trate; estos factores crean en los insectos particularmente códigos específicos. Aspectos que son consecuencia de la captación del estímulo de las radiaciones lumínicas que inciden sobre los objetos.

4. La función del color en los organismos vivos (insectos).

- a) Promover la polinización.
- b) Promover la sobrevivencia (algunas plantas poseen colores aposemáticos que advierten a los animales depredadores de las características venenosas, edeondas o de mal sabor de las plantas, quienes utilizan estos medios como defensa de sus enemigos).

El Aparato Visual de los Insectos.

5. Los diversos insectos poseen diferencias fisiológicas dentro de la composición de su aparato visual, dependiendo de la especie que se trate, ya que este aparato está adaptado estructuralmente a las necesidades funcionales que tal o cual insecto requiera.

Factores como la distancia del insecto a su objetivo, la forma del objetivo, el simbolismo del objetivo (alimento, hogar, multiplicación de la especie) y los colores son elementos determinantes para el tipo

(receptores primitivos de luz u ojo compuesto) y el funcionamiento -- del aparato visual de cada especie.

Cabe mencionar que el aparato visual de los insectos responde al color amarillo, verde, cyan, azul, violeta, incluyendo el ultravioleta, y longitudes de onda comprendidas en la gama de los rayos X.

EL COLOR BIOLOGICO

CITAS BIBLIOGRAFICAS.

1. E. Verity, Color Observed; p. 65
2. ibidem.
3. H. Küppers, Fundamentos de la Teoría de los Colores; pp. 102, 103
4. E. Verity, op. cit., pp. 68- 70
5. ibid., p. 75
6. ibid., p. 81

7.7 EL COLOR Y EL EMPAQUE.

Existen pocos principios básicos acerca del color perdurables, ya que la mayor parte de las reglas están sujetas a muchas excepciones o son borradas por la moda cambiante, o la reacción individual hacia los colores, tomando en consideración que son cuestiones emocionales inconsistentes y personales.

Por lo que los colores al ser percibidos y codificados producen una diversidad de sensaciones.

7.7.1 La percepción de un color causa una infinidad de asociaciones:

7.7.1.1. Las que pertenecen a la esfera del subconciencia colectivo, y son parte del contenido simbólico de los colores.

7.7.1.2 Las que surgen del subconciencia del individuo, y dependen de la naturaleza personal y las experiencias pasadas concientes o inconcientes del individuo, concernientes a estos colores.

7.7.1.3 El grupo de las sensaciones sinaestésicas, las cuales no dependen directamente del proceso visual y que están relacionadas con sensaciones tales como frío-calor (referidas a la temperatura o en relación con el sentido del tacto), otras que se relacionan con el sentido del gusto, el olfato, o que sugieren pesadez o ligereza.¹

7.7.2 El Carácter Psicológico de los Colores.

Cada color tiene un carácter psicológico enteramente propio, a continuación se delínean las características de cada uno:

7.7.2.1. Negro.

Su carácter es impenetrable, compacto y obscuro. Es el símbolo de la desesperación, el vacío, el silencio eterno y la muerte. Es el color de menor resonancia, es la expresión de una unidad rígida, sin ninguna peculiaridad propia. El negro confiere la impresión de distinción, nobleza y elegancia, especialmente cuando es brillante.

7.7.2.2. Blanco.

Por su ausencia de carácter, crea la impresión de vacío e infinito. Es el símbolo de la pureza. Puede provocar un sin número de posibilidades vivas por ejemplo el efecto refrescante y antiséptico en la proximidad de un color azul.

7.7.2.3. Gris.

No tiene carácter autónomo, es un color neutral. Es el símbolo de la

indecisión y la falta de energía. Tanto más pálido sea refleja miedo, vejez. Si el gris es obscuro evocará monotonía y depresión.

7.7.2.4 Verde.

Su carácter es silencioso e imparcial. Es el símbolo de la esperanza. La adición de amarillo le da fuerza y carácter solar, sí el azul predomina, el verde adquiere seriedad. Evoca sensaciones de calma, silencio.

7.7.2.5 Rojo.

Significa fuerza, vivacidad, virilidad, masculinidad, dinamismo. Su carácter es brutal, exaltante, o hasta enervante, altamente atractivo a nuestra vista. Sugiere la impresión de severidad, ardor y energía. Todos los tonos de rojo tienen su propio carácter psicológico:

7.7.2.5.1 Escarlata. Es el símbolo de lo tradicional, la riqueza, el poder y la dignidad.

7.7.2.5.2 Rojo Medio. Simboliza la actividad, la fuerza el movimiento y los deseos pasionales. Es un color altamente estimulante y se usa para fortalecer las propiedades de un producto.

7.7.2.5.3 Rojo Cereza. Su carácter es sensual.

7.7.2.5.4 Rojo Claro. Significa fuerza, ánimo, energía, alegría y -- triunfo.

7.7.2.6 Rosa.

Su carácter es suave, y dulce. Es el símbolo de la feminidad, el afecto, la bondad y la intimidad.

7.7.2.7 Café.

Su carácter es compacto, mientras más obscuro es, adquiere los atributos del negro.

7.7.2.8 Naranja.

Su carácter expresa radiación, comunicación.

7.7.2.9 Azul.

Su carácter es profundo y relajante; evoca la sensación de frescura y limpieza. Es el símbolo de los sentimientos de amor espiritual. Mientras más claro es se vuelve silencioso en tanto más obscuro se volverá hacia el infinito. La intensidad del azul se identifica con los espacios celestiales.

7.7.2.10 Amarillo.

Es el color más luminoso de todos, es el más brillante y llamativo, - es símbolo de vivacidad y extroversión. En adición con el azul adquiere un aspecto impuro y enfermizo; mientras más luminoso y brillante, - en dirección al dorado adquiere la sensación de actividad.

7.7.2.11 Violeta.

Su carácter triste y melancólico evoca a la meditación. Es símbolo -- del pensamiento místico y la dignidad, la magia y los secretos, el -- mundo de la fantasía infantil.

7.7.2.12 Los Colores Pasteles.

El rasgo característico de los colores pasteles reside en la modera-- ción y suavidad de las cualidades de los colores de los que se deri-- van. Representan el símbolo de la esfera íntima de afección, soledad y silencio.²

7.7.3 La Preferencia por los Colores.

La preferencia de un color y otro varia de acuerdo al objeto y su superficie. Existen también otros factores que influyen como la edad, - la cultura, el clima, la estación del año, la situación económica, la clase social y el domicilio del observador.

Si se observan las preferencias de color consideradas en un amplio -- rango el orden sería como sigue:

Azul, rojo, verde, café, violeta, naranja y amarillo.

También se dice que los colores puros se prefieren a los colores de - tonos intermedios.

Consideremos ahora los aspectos anteriormente citados analizándolos - uno por uno:

7.7.3.1 Edad.

Si tomamos en cuenta los gustos de una persona concernientes al color a través de las diferentes etapas de su vida, encontraremos que existe un ciclo bien definido. Los colores brillantes y claros se prefieren en la juventud, los colores elegantes y brillantes son preferidos por los adultos, y los colores suaves y menos intensos por los ancianos.

7.7.3.2 Clima.

Los colores intensos, fuertes y a veces satinados son usados en luga-

res cálidos y soleados. Existe una preferencia marcada por colores --
suaves y oscuros en lugares en donde no hay mucho sol.

7.7.3.3 Estación del Año.

Los colores oscuros son usados preferentemente en invierno y los cla-
ros en verano.

7.7.3.4 Clase Social.

La clase social alta es atraída por colores claros, tonos pastel y --
combinaciones de matices similares. La gente de clase social baja por
el contrario emplea colores fuertes y brillantes.

7.7.3.5 Domicilio.

Los valores del gusto por los colores varían de acuerdo a que el indi-
viduo viva en un pueblo o en una gran ciudad. En general los colores--
de un sólo matiz, primarios o acromáticos y brillantes son usados más
popularmente en los pueblos. Mientras que aquellos de las grandes ciu-
dades usan diseños multicolores en diversidad de matices.

7.7.3.6 Estado de Anímo.

La preferencia de color también depende del estado de salud, carác---
ter, el temperamento, las asociaciones positivas o negativas del indi-
viduo.³

7.7.4 El Color en el Servicio del Empaquetamiento.

7.4.1 El empaque tiene como función la protección de los productos y-
la demostración de la marca, además ha llegado a ser el más importan-
te factor de las ventas. Actualmente se le ha denominado el 'vendedor
silencioso'. Es la carta de presentación de un producto y el vínculo-
escencial en la cadena del mercado. El empaque conecta al productor --
con el consumidor, en las tiendas de autoservicio, la presentación --
del empaque reemplaza al asistente o jefe de almacén, desempeña el pa-
pel de publicista.

El embalaje tiene varias funciones:

7.4.1.1 Función Técnica. Es la de la protección de los productos, la-
reutilización del paquete, la adaptación de los productos y su consu-
mo.

7.4.1.2 Función Económica. Es la simplificación del almacenaje y el -
transporte.

7.4.1.3 Función Publicitaria. La cual da al empaque la distinción del

producto o su personalidad. Presentándolo de una manera atractiva e impresionante. Expresa la calidad del producto. Da al consumidor información del precio, las instrucciones de uso, nombre de la manufacturera, composición o ingredientes, etc.

El empaque es la cara del producto, por medio de su color, forma y diseño un cliente puede reconocerlo. El empaque por lo tanto, debe inducir ventas casuales, pero tiene que ser el causante de ventas sucesivas y continuas, manteniendo una clientela siempre fiel a su marca. Para satisfacer el papel de 'vendedor silencioso' el empaque debe corresponder a las demandas del consumidor, adaptándose a las condiciones de venta y a su vez ofrecer óptima eficiencia.

La psicología aplicada en el estudio del comportamiento del consumidor, la investigación del mercado y el análisis del carácter de un producto son herramientas valiosas en el diseño de empaques más apropiados.⁴

7.7.4.2 La Parte que Juega el Color en las Ventas de un Producto.

El color es el elemento más importante de un empaque. Nuestros sentidos son más susceptibles a los efectos del color y provocan reacciones psicológicas en nosotros. Los colores se estampan en nuestra memoria mejor que cualquier otro factor y hacen que un empaque sea más fácilmente reconocible. A pesar de esto el color de un empaque es sólo una parte del proceso total mercantil o mercadotécnica, que es el estudio de las necesidades y deseos para ser satisfechos o creados, seguidos por la coordinación de todos los servicios necesarios y técnicas, (incluyendo la fase de producción) para que la compañía pueda lucrativamente archivar el objetivo establecido de acuerdo con el mercado potencial.

Los diferentes factores de la compra o venta del mercado que constituyen la estrategia mercantil total son los siguientes:

7.7.4.2.1 Definición del Producto.

7.7.4.2.2 Marca y su imagen.

7.7.4.2.3 Empaques.

7.7.4.2.4 Política de Precios.

7.7.4.2.5 Métodos de Distribución.

7.7.4.2.6 Organización de Ventas.

7.7.4.2.7 Publicidad y Promoción de Ventas.

7.7.4.2.8 Servicios Post-ventas.

7.7.4.2.9 La Cualidad del Producto..

La aplicación de estos factores esta determinado óptimamente por la -- investigación del mercado.⁵

Expertos en la materia, nos dicen que, siete de diez compras son impulsivas, sin previa consideración, lo cual indica que el empaque toma el papel de vendedor, la decisión de compra, depende del poder sugestivo del empaque.

La psicología moderna ha comprobado que desde el momento en que se -- descubre el producto a comprar en un estante de una tienda, y la compra misma del artículo existe un completo proceso psíquico que se desarrolla en el individuo entre el estímulo y la reacción de comprar.⁶ También se ha confirmado que el razonamiento sólo juega una mínima -- parte en la decisión de comprar; el resto es producto del subconsciente, es la urgencia emocional, que subsecuentemente el individuo trata de justificar por medio de explicaciones racionales.

Un empaque con un perfecto diseño gráfico y un color adecuado, es lo que representa el elemento más importante que impulsa a el acto de -- comprar por parte del individuo, excepto cuando:

Se compra por otra persona; las compras se hacen por otra persona; -- las compras son hechas por prescripción médica; las compras en donde los productos no están a la vista del consumidor.

Pero si es el caso de una compra no planeada el color del empaque, y el producto mismo pueden ser los responsables de la decisión de comprar.

En todo caso el consumidor indirectamente compra el producto porque -- el color le gusta y una serie de sensaciones agradables son evocadas en su subconsciente, que corresponden a la concepción más cercana del producto y a sus necesidades individuales.⁷

7.7.4.3 El color es un eficiente y versátil vendedor, como hemos visto juega un papel significativo en los empaques, sus funciones son:

7.7.4.3.1 Atracción de la atención de uno o varios observadores.

- 7.7.4.3.2 Hacen que el empaque sea reconocible en el supermercado.
- 7.7.4.3.3 Hacen que el empaque sea más fácilmente recordado.
- 7.7.4.3.4 Hacen el texto más claramente legible.
- 7.7.4.3.5 Crean efectos ópticos.
- 7.7.4.3.6 Dan notificación de contenidos.
- 7.7.4.3.7 Evocan asociaciones positivas.
- 7.7.4.3.8 Apelan a emociones humanas.
- 7.7.4.3.9 Concuerdan con el uso del producto y forman parte de la -- buena decoración en el lugar que se venden.
- 7.7.4.3.10 Denotan productos individuales en donde existen otros de muchas marcas.
- 7.7.4.3.11 Son inspiradores de confianza en un producto, y aseguran un convencimiento de compra.⁸

A continuación se da una breve explicación de los puntos anteriormente citados:

7.7.4.3.1 Atracción visual hacia el color.

Existen dos tipos de atracción visual:

7.7.4.3.1.1 Voluntaria o atención activa; es cuando concientemente - dirigimos nuestra mirada e interés a ciertos objetos.

7.7.4.3.1.2 Involuntaria o atención pasiva; cuando un objeto se impone a sí mismo (primordialmente por su color) para llamar nuestra --- atención y llegar hasta nuestro interés en contra de nuestra voluntad.

Debido al hecho de que existen un número de productos casi infinito en una tienda de autoservicio, se han hecho estudios y se ha comprobado que el tiempo promedio para revisar cada uno de los artículos - individualmente en el panel de una tienda de autoservicio es, entre 1/25 y 1/50 de segundo. Este tiempo corresponde al impacto visual es pontáneo que estampa una impresión en la retina del ojo del individuo a velocidad relámpago, casi sin que el consumidor se percate de ello.

Para que un objeto sea considerado y llame la atención debe de ser - visible y excite la vista del individuo; debe a su vez tener un to-- que nuevo y excepcional, y poseer un color interesante o una combina ción agradable de colores.

Ha sido confirmado también, que la gente tiende a observar las cosas agradables y pasar desapercibidas aquellas que no lo son.

Von Holzshuher mantiene que el artículo observado no atrae directamente nuestra atención, sino que es el intercambio con nuestro subconsciente el que decide, cuando la conciencia debe volver su atención a determinado objeto.

Al respecto se han llevado a cabo investigaciones en Estados Unidos de Norteamérica, para demostrar el poder de atracción de los colores. El experimento consiste en mostrar una superficie en varios colores por una fracción de segundo a varios individuos por medio de un aparato llamado tachistoscopio, resultado de ello ha sido el saber cual color es el primeramente perceptible y cuales después en orden establecidos por su legibilidad, de esta manera se obtuvo la siguiente tabla:

Naranja, rojo, azul, negro, verde, amarillo, violeta, gris.

7.7.4.3.1.3 Otros medios y posibilidades de atracción visual son:

El uso de contraste; el uso de colores y formas excéntricos; el uso de colores diferentes de los empleados por los productos competitivos. El uso de la memoria gráfica, que es el efecto acumulativo de varios empaques, exactamente iguales y de la misma marca, que puestos sucesivamente en una repisa, dan como resultado de su repetición una sola imagen.⁹

7.7.4.3.2 La Visibilidad de un Empaque en el Momento de Comprarlo.

Es muy importante que un producto difiera y se distinga de sus rivales, ya que si el consumidor no lo encuentra de inmediato, no vacilará en escoger otro que ofrezca las mismas condiciones que el producto buscado. Por lo que es recomendable que un diseño permanezca sin cambios, y si se hacen que sean una variante del diseño anterior dándole siempre el impulso publicitario adecuado para que el público lo reconozca nuevamente.

7.7.4.3.3 El Valor de la Memoria de un Empaque.

La mayoría de los compradores recuerda más fácilmente la apariencia de un producto mejor que el nombre del mismo, porque los colores permanecen fijamente en la memoria, no así los nombres y los signos que son más fáciles de olvidar.

La memoria puede ser impresionada por medio de presión publicitaria - (anuncios, carteles, comerciales) o por la primera compra del producto.

La forma de una superficie de color también influye en el recuerdo -- del mismo (ver forma y color en el capítulo correspondiente). De ---- acuerdo con esto se dice que las formas más fácilmente memorizadas -- son el círculo, el ovalo, el triángulo, el triángulo con esquinas re-- dondeadas, el rectángulo con los lados ligeramente curvados, si es-- tos están reforzados por colores memorizables.

7.7.4.3.4 Legibilidad.

El color tiene una enorme influencia en la legibilidad de los textos. El grosor, las dimensiones y los rasgos de las familias tipográficas varían mucho, por lo que es a veces difícil comparar la legibilidad - relativa entre una y otra, pero se puede decir que generalmente son - menos legibles las oraciones escritas en letras mayúsculas y más legi- bles en letras minúsculas.

Es más fácil leer letras simples y más difícil letras muy extravagantes. Una palabra es más fácil de leer si el espacio entre las letras es mayor que el grosor del tipo de letra.

Por último podemos decir, que en cuanto al empaque se refiere este de- berá mostrar el nombre y la marca claramente legibles.

A continuación se presenta una tabla con los grados de legibilidad de acuerdo a los colores comunmente usados:

<u>Color de las Letras</u>		<u>Color del Fondo</u>	<u>Luz de Día</u>	<u>Luz Artificial</u>
Negro	sobre	Amarillo	1.31	1.33
Amarillo	sobre	Negro	1.34	1.40
Verde	sobre	Blanco	1.35	1.30
Rojo	sobre	Blanco	1.36	1.26
Negro	sobre	Blanco	1.36	1.32
Blanco	sobre	Azul	1.36	1.37
Azul	sobre	Amarillo	1.36	1.39
Azul	sobre	Blanco	1.37	1.35
Blanco	sobre	Negro	1.40	1.35
Verde	sobre	Amarillo	1.40	1.38
Negro	sobre	Naranja	1.40	1.40

<u>Color de las Letras</u>		<u>Color del Fondo</u>	<u>Luz de Día</u>	<u>Luz Artificial</u>
Rojo	sobre	Amarillo	1.41	1.38
Naranja	sobre	Negro	1.41	1.40
Amarillo	sobre	Azul	1.41	1.42
Blanco	sobre	Verde	1.41	1.45
Negro	sobre	Rojo	1.42	1.45
Azul	sobre	Naranja	1.42	1.45
Amarillo	sobre	Verde	1.42	1.46
Azul	sobre	Rojo	1.43	1.40
Amarillo	sobre	Rojo	1.44	1.50
Blanco	sobre	Rojo	1.47	1.43
Rojo	sobre	Negro	1.48	1.43
Blanco	sobre	Naranja	1.48	1.45
Negro	sobre	Verde	1.48	1.54
Naranja	sobre	Blanco	1.50	1.50
Naranja	sobre	Azul	1.52	1.60
Amarillo	sobre	Naranja	1.52	1.62
Rojo	sobre	Naranja	1.54	1.64
Rojo	sobre	Verde	1.57	1.50
Verde	sobre	Naranja	1.58	1.47

7.7.4.3.4.1 Legibilidad de otros Textos

Los textos impresos en los empaques con letras muy pequeñas y generalmente de diferente color que la superficie total del mismo, especifican la manufactura, la composición del producto, el precio, el peso, las instrucciones de uso, jamás deberán causar la impresión de que fueron escritos de esa forma, para ocultar dichos factores, por lo que deberán de escogerse cuidadosamente tanto color como el tipo de letra que irán a ser impresos, para evitar confusiones de este tipo con el consumidor.¹⁰

7.7.4.3.5 La Creación de Ilusiones Opticas.

Es aconsejable para el diseñador gráfico aprender todas las posibilidades y efectos de los colores ya que podrá beneficiarse positivamente con las ventajas que ofrecen sobretodo cuando los productos o empaques son mostrados al público.

7.7.4.3.5.1 Los efectos contrastantes de los colores se concen desde hace mucho tiempo por lo que podemos tomar algunas reglas básicas -- que pueden ser de mucha utilidad para la creación de ilusiones ópticas:

7.7.4.3.5.1.1 Si dos colores complementarios son puestos juntos, uno al lado del otro, parecerá que se enfatizan más.

7.7.4.3.5.1.1.1 Lo mismo sucede con dos colores complementarios, uno puesto como fondo del otro. Por ejemplo una pieza de carne cruda se verá más fresca y roja si la colocamos en un fondo verde, esto le da también un aspecto más apetitoso. Este efecto se debe a una ilusión óptica resultado, del funcionamiento del aparato visual (ver contraste complementario y sucesivo en el capítulo correspondiente).

7.7.4.3.5.1.2 Un color que está puesto como fondo de otro cambia de -- tal manera, que parece que absorbe el color complementario del fondo. Por ejemplo una superficie roja con fondo amarillo, parecerá más obscura, azulosa y relativamente fría, es decir, adquirirá las cualidades del complementario del amarillo (el violeta).

7.7.4.3.5.1.3 Un color parece más claro si se obsrva en contraste con un tono oscuro, puesto uno al lado de otro se verá el primero más -- claro y el segundo más oscuro, por ejemplo, el color blanco se ve -- más intenso cuando tiene como fondo el color negro; por otro lado, un color oscuro se verá menos intenso si se coloca junto a negro y un -- color claro parecerá más pálido si está junto a blanco.

La luminosidad de un color puede ser enfatizada de ésta manera, más -- aún si se trata de colores complementarios. (este efecto es usado en la presentación de artículos comestibles, especialmente cuando la ley prohíbe el uso de colorantes).

7.7.4.3.5.1.4 Los efectos de limpieza, blancura y de apariéncia nueva son debidos a los contrastes de azul/amarillo, por ejemplo en la presentación de mayonesas, azul/blanco, por ejemplo en los empaques de -- jabones en polvo, huevo, azúcar, principalmente.

7.7.4.3.5.1.5 Otro tipo de ilusión óptica es el aparente cambio de di mensión de un paquete, esto es el resultado del empleo de colores como el amarillo, rojo y naranja, los cuales parecen tener mayor contenido que los paquetes del mismo tamaño en colores oscuros.

Para cualquier color, el grado de luminosidad determinará el tamaño aparente. Por ejemplo una superficie de color claro en contraste con fondo oscuro parecerá ser más larga, que usando el contraste contrario.

7.7.4.3.5.1.5.1 Un empaque dividido horizontalmente por franjas de color parecerá menos alto y más compacto, que otro con franjas verticales que tendrá la apariencia de ser más alto y delgado aunque ambos sean del mismo tamaño.

Generalmente un empaque con líneas de colores parecerá más pequeño - de lo que en realidad es.

7.7.4.3.5.1.5.2 Un marco oscuro alrededor de todo el paquete oprime y limita el espacio haciéndolo verse más pequeño.

7.7.4.3.5.1.5.3 Un paquete con franjas radiadas desde el centro hacia afuera con tonos claros, adquirirá la apariencia de ser más largo y alto de lo que es. Este mismo efecto lo producirán círculos concéntricos radiados desde el centro del paquete.¹¹

7.7.4.3.5.1.6 Los efectos de profundidad y perspectiva también son causados por los colores:

Entre los tonos frío - cálidos de igual brillantez y en contraste, - los primeros retrocederán mientras que los cálidos avanzarán.

7.7.4.3.5.1.7 Los efectos de profundidad del contraste de saturación son: Un color puro avanza si está junto a uno mate de igual brillo, - pero si está presente el contraste claro- oscuro o frío- cálido, las relaciones de profundidad por consiguiente, cambiarán de acuerdo al caso que se trate.

7.7.4.3.5.1.8 Cuando los seis matices (amarillo, naranja, rojo, violeta, azul, verde) son yuxtapuestos, sin intervalos, en un fondo negro el amarillo parecerá que avanza mientras que el violeta se perderá en la profundidad del fondo negro. Un fondo blanco alteraría el efecto de profundidad, provocando el proceso inverso, es decir el violeta -- avanzaría mientras el amarillo permanecería atrás, los demás matices serán intermedios.

7.7.4.3.5.1.8.1 La extensión de las superficies es otro factor que -- provoca efectos de profundidad.¹²

7.7.4.3.6 Color e Indicación del Contenido.

Los colores tiene la característica de indicar el tipo de producto -- contenido en un empaque y expresar al mismo tiempo, algo del sabor, - olor, apariencia, peso y aún su temperatura. Esto se debe a que los - colores evocan estimulaciones en el ser humano las cuales no están li mitadas exclusivamente a excitar el sentido visual, sino que también- lo hacen con otros sentidos.

7.7.4.3.6.1 Sabor. Las conecciones entre el color y el sabor son las- siguientes:

Acido	=	amarillo- verdoso.
Dulce	=	la gama de los colores naranja, amarillo y rojo.
Muy dulce	=	rosa.
Amargo	=	azul marino, cafe, verde- olivo, violeta.
Salado	=	Combinaciones de gris + verde claro o gris + azul cla- ro.

Un empaque cuyo color corresponda al tipo de producto que lo identi ca es más fácil de recordar y reconocer.

7.7.4.3.6.2 Olor. Los colores que pueden conectarse con los olores -- son:

Picante, condimentado	=	Naranja.
Ligeramente condimentado	=	Verde.
Perfumado	=	Violeta, lila o correspondiente al aro ma que represente, (por ejemplo, verde para esencias de pino)
Olores agradables	=	colores puros y suaves.
Olores desagradables	=	colores cálidos y opacos.

7.7.4.3.6.3 Peso. Los colores también son asociados con la sensación- de peso, a continuación se dan los valores en kilogramos de algunos - colores:

Blanco	=	1.426
Amarillo	=	1.610
Verde	=	1.886
Azul	=	2.162
Púrpura	=	2.208
Gris	=	2.208

Rojo = 2.254
 Negro = 2.668

7.7.4.3.6.4 Temperatura. La temperatura de un color es reactiva de acuerdo a la clasificación que se les ha conferido dividiéndoles en dos grupos, cálidos y fríos que provocan las sensaciones correspondientes (ver contraste cálido-frío en el capítulo de color).

7.7.4.3.6.5 El color de un empaque debe relacionarse con la naturaleza del producto que contiene.

Algunos colores empleados en determinados productos han sido el resultado de numerosas pruebas de mercado, y se han aprobado por medio de la aceptación de los consumidores a lo largo de mucho tiempo.

Por ejemplo los detergentes tienen en sus empaques los colores tales como el azul, blanco y/o verde.

Pero el color que representa a un grupo de productos en cierto país, no es necesariamente el mismo para otros, de otra parte del mundo.¹³

7.7.4.3.7 Evocar Sensaciones Positivas.

El estudio de la motivación humana, muestra que un empaque personifica el producto que contiene. Las sensaciones que surgen viendo el color de un empaque pueden ser agradables y enfatizar las cualidades positivas de un producto, o bien con el uso inadecuado del color en un empaque pueden surgir de la percepción de estas últimas sensaciones desagradables.

7.7.4.3.8 Apelar a las Emociones.

Los impulsos más importantes a los cuales el color puede estar dirigido son:

7.7.4.3.8.1 El Instinto de Preservación:

7.7.4.3.8.1.1 La necesidad por el alimento. Los colores que estimulan el apetito son los más adecuados para los empaques de alimentos:

Estos son el amarillo pálido, el naranja, el vermellón, el verde pálido, el ocre y el café.

7.7.4.3.8.1.1.1 La Sed. Es una necesidad fisiológica que corresponde a la tensión entre la sensación de sequedad y el deseo por un líquido. Los colores que generalmente se emplean para bebidas son: amarillo, ocre, o amarillo rojizo, azul-verdoso o azul.

7.7.4.3.8.2 El deseo por la salud. El uso del color en los empaques -

de medicamentos, deberá ser aquel que inspire confianza y que inspire alta eficiencia del producto.

7.7.4.3.8.1.3 El instinto sexual. Para apelar el impulso sexual o erótico, por medio de un color en un empaque, se usa generalmente el rojo debido a los efectos que provoca en el individuo, su observación. Si es el caso de un amor maternal se recomienda el uso de colores pasteles, derivados del rojo; estos evocarán en el individuo sensaciones de cariño y ternura.

7.7.4.3.8.1.4 La necesidad de descansar. Para evocar la sensación de relajamiento se recomienda el uso de colores azul y verde.

7.7.4.3.8.1.5 La necesidad de exclusividad. Se recomienda el uso de colores modernos y excéntricos, que satisfagan en el individuo esta necesidad.

7.7.4.3.9 Concordancia con el Uso, Presentación Agradable.

El empaque debe atraer la atención en el lugar de la compra y al mismo tiempo debe ser aceptable en el hogar donde se usa. Esta es una situación que muestra un beneficio para el productor y un incremento en las ventas del producto, ya que un envase agradable tiene más oportunidad de ser usado para otros fines otra vez; y continuará siendo un agente de publicidad para el producto mismo.

El color del empaque, tiene una función más importante, y es la de ser el protector del contenido.

Los colores oscuros absorben el calor de los rayos de luz, mientras que los colores claros los reflejan.

Ahora bien, un envase transparente (vidrio o plástico) puede cambiar la composición del contenido, químicamente hablando, debido a la filtración de los rayos luminosos, provocando así la decoloración, ran-
ciamiento, acidificación, oxidación o fermentación del contenido.

En la mayoría de los casos es una pequeña fracción del espectro, la de los 'rayos ultravioleta' la que influye en proceso químico de la descomposición.

Por lo tanto, el color apropiado para la mejor preservación de un producto deberá estar determinado por la composición de cada producto y sus requerimientos.

Los colores que ofrecen la mayor protección (contra las ondas cortas-

de la luz) que provocan la descomposición de los productos son los -- que contienen poco o nada de azul/violeta, amarillo, naranja, verde o cafe.

7.7.4.3.10 El Color denota Productos Individuales en donde existen -- otros de muchas marcas.

El color en este caso sirve para caracterizar los diferentes produc-- tos que existen de distintas marcas, y a su vez, para diferenciar las diversas clases de una misma marca.

El color en este caso tiene una función puramente informativa y explica cuando corresponde al efecto de identificar los diferentes sabores o particularidades específicas de cada producto de la misma marca.

El uso de los colores en este caso pueden adaptarse de acuerdo a las-- características de cada producto.¹⁴

RESUMEN:

EL COLOR Y EL EMPAQUE

1. Las reglas en las que se basa el color están sujetas a excepciones, influenciadas por la moda cambiante, la reacción individual hacia los colores, considerada bajo aspectos emotivos y personales de cada sujeto que ha sido estimulado por la sensación del color.

La percepción del color causa infinidad de asociaciones:

- a) El contenido simbólico del color pertenece a la esfera del subconciente colectivo.
- b) Las que surgen del subconciente del individuo en relación con -- sus experiencias pasadas en reacción a los colores.
- c) Las sensaciones sinaestésicas, son aquellas provocadas por los -- colores y que evocan sensaciones de temperatura, peso, olor o sa bor.

2. Cada color posee un carácter psicológico propio:

- Negro. Su carácter es compacto impenetrable, rígido. Simboliza -- elegancia, silencio eterno y vacío espacial.
- Blanco. No tiene carácter alguno, es la impresión de vacío infini to, se identifica con el símbolo de la pureza.
- Gris. No tiene carácter autónomo, es un color neutro e influen- ciable. Simboliza la indescisión, la monotonía y la depre sión.
- Verde. Su carácter es silencioso e imparcial. Es el símbolo de -- la esperanza.
- Rojo. Su carácter es altamente atractivo, impactante, enervante y violento. Es el símbolo de la energía, la vivacidad, el amor, la pasión y la sensualidad.
- Rosa. Su carácter es suave y dulce. Simboliza bondad, intimidad afecto y feminidad.
- Azul. Su carácter es profundo y relajante. Simboliza el amor -- fraternal y la vida espiritual.
- Amarillo. Su carácter es luminoso y brillante. Es símbolo de vida y extroversión.
- Violeta. Su carácter es triste y melancólico. Es símbolo del pensa miento místico, la magia y la fantasfa infantil.

3. Las preferencias de color, consideradas en un amplio rango son - del orden siguiente: azul, rojo, verde, cafe, violeta, naranja y amarillo. Generalmente esta preferencia se da siempre y cuando sean colores puros y de acuerdo al objeto y superficie que se trate.

Las preferencias también pueden estar dadas de acuerdo a los siguientes factores:

- a) La Edad. Los colores brillantes y claros en la juventud.
Los colores elegantes y brillantes en la madurez.
Los colores suaves y menos intensos en la senectud.
- b) Clima. Los colores intensos, fuertes y satinados son preferidos en lugares cálidos y soleados.
Los colores suaves y oscuros en lugares fríos y poco soleados.
- c) Estación del Año. Los colores oscuros en invierno.
Los colores claros en verano.
- d) Clase Social. Los colores claros, tonos pastel y combinaciones de matiz similares se prefieren por la clase alta.
Los colores fuertes y brillantes por la clase baja.
- e) Domicilio. Los colores de un sólo matiz, primarios o acromáticos brillantes se usan en los pueblos.
Los colores fuertes y multicolores se usan en las ciudades.
- f) Estado de Animo. Las preferencias de color dependen del estado de salud, el carácter y temperamento del individuo y sus asociaciones positivas o negativas con el color.

4. El empaque tiene varias funciones:

- a) Función Técnica. La protección de los productos, la reutilización del empaque, la adaptación del contenido y su consumo.
- b) Función Económica. La simplificación del almacenaje y del transporte.
- c) Función Publicitaria. Expresa la calidad del producto, conecta al productor con el consumidor, da al consumidor información del precio, instrucciones de uso, nombre, imagen y marca de la manufacturera, la composición y los ingredientes del producto.

El empaque es la cara del producto, la carta de presentación del mismo

mo. Por medio de su color, forma y diseño gráfico, induce ventas casuales, sucesivas y repetidas.

5. El color es el elemento más importante de un empaque. Nuestros sentidos son más susceptibles a los efectos del color y provocan reacciones psicológicas en nosotros. Los colores se estampan en nuestra memoria mejor que cualquier otro factor y hacen que un empaque sea más fácilmente reconocido. A pesar de esto, el color de un empaque es sólo una parte del proceso total mercantil.

La psicología aplicada en el estudio del comportamiento del consumidor, la investigación del mercado y el análisis del carácter de un producto son herramientas valiosas en el diseño de empaques más apropiados.

El papel que juega el empaque y sus colores varían de acuerdo al producto así:

- a) El color sirve para hacer fácilmente reconocibles y legibles el empaque y la marca que desea el consumidor.
- b) Induce compras impulsivas por medio de la atracción visual, hacia el color del empaque, y evoca la necesidad de comprar en uno o varios individuos.
- c) Hacen el texto más legible.
- d) Dan notificación de contenidos.
- e) Evocan asociaciones positivas.
- f) Apelan a emociones humanas.
- g) Conuerdan con el uso del producto y forman parte de la buena decoración en el lugar en que se venden.
- h) Denotan productos individuales en donde existen otros muchos de otras marcas.
- i) Son inspiradores de confianza en un producto y aseguran compras sucesivas.

6. Atracción visual hacia el color, es de dos tipos:

- a) Voluntaria o atención activa. Cuando dirigimos nuestra mirada e interés a ciertos objetos, aquí el color actúa como indicativo de posición de un empaque en un anaquel para hacerlo reconocible y brindar información de su contenido al consumidor.
- b) Involuntaria o atención pasiva. Cuando un objeto se impone a sí-

mismo para llamar nuestra atención y llegar hasta nuestro interés en contra de nuestra voluntad, esto se logra primordialmente gracias al color de un empaque. Ya sea porque es de alta luminosidad y los efectos psicológicos que produce en la retina del individuo automáticamente o porque tengan un toque nuevo y excepcional que llame la atención.

Investigaciones realizadas han demostrado que el tiempo promedio para revisar cada uno de los artículos individualmente en el panel de una tienda de autoservicio es entre 1/25 y 1/50 de segundo. Este tiempo corresponde al impacto visual espontáneo que estampa una impresión en la retina del ojo del individuo a una velocidad relámpago casi sin que el consumidor se percate de ello.

El ojo humano tiene la capacidad de discriminación; y es el intercambio con el subconciente de nuestro cerebro lo que decide cuando la conciencia debe volver su atención a determinado objeto.

Las combinaciones agradables de color y el uso de los que generalmente son preferidos atraen más fuertemente nuestra atención e interesan a la persona causando que se detenga para su observación.

Por medio de experimentos se ha comprobado el poder de atracción de los colores con los siguientes resultados:

Los colores más visibles son en orden: naranja, rojo, azul, negro, verde, amarillo, violeta, gris.

Otros medios y posibilidades de atracción visual son:

El uso de contrastes; el uso de colores y formas excéntricos; el uso de colores diferentes de los empleados por los productos competitivos; el uso de la memoria gráfica; el uso de las propiedades coordinadas de forma y color, las cuales influyen en la memoria del recuerdo de un empaque.

7. Legibilidad. El color tiene enorme influencia dentro de la legibilidad de los textos. Son más legibles las oraciones escritas con letras simples, que las escritas con letras extravagantes. Una palabra es más legible cuando el espacio entre las letras es mayor que el grosor del tipo de letra.

Por último se afirma que en lo que al empaque se refiere, el nombre y la marca deberán estar siempre claramente legibles.

En este capítulo aparece una tabla de los grados de legibilidad de los colores.

8. Creaciones de ilusiones ópticas. Es aconsejable para el diseñador gráfico aprender todas las posibilidades y efectos de los colores ya que podrá beneficiarse positivamente con las ventajas que ofrecen estos, cuando los productos son mostrados al público.

Reglas básicas:

- a) El uso de contraste complementario.
- b) El uso de contraste figura- fondo.
- c) El uso de contraste claro- oscuro.
- d) La producción de efectos de limpieza por medio del color.
- e) El aparente cambio de dimensión: los colores cálidos dan la apariencia al objeto de ser de mayor tamaño, no así los colores oscuros que reducen aparentemente la dimensión de un objeto.

Los efectos con líneas influencia también en la aparente dimensión: así las líneas horizontales producen un efecto de pequeñez y compactibilidad, todo lo contrario ocurre con los efectos que producen las líneas verticales que alargan, adelgazan y dan una aparente altitud a los objetos.

Generalmente un empaque con líneas de colores parecerá más pequeño de lo que en realidad es.

Un marco oscuro alrededor de todo el paquete, oprime y limita el espacio haciéndolo verse más pequeño.

Un empaque con franjas radiadas desde el centro hacia afuera de él o bien círculos radiados, (con tonos claros) adquirirá la apariencia de ser más largo y alto de lo que es.

- f) El uso del contraste frío- cálido.
- g) El uso del contraste de saturación.
- h) El uso de efectos de profundidad y perspectiva.
- i) El uso del contraste de extensión.

9. Indicación del contenido en base al color (las sensaciones sinestésicas), expresan e indican algo del:

- a) Sabor. b) Olor. c) Apariencia. d) Peso. e) Temperatura.

10. El color puede apelar a nuestras emociones, los impulsos más importantes a los cuales se dirige son:

-
- a) El instinto de preservación. Como es la necesidad por el alimento; los colores que estimulan el apetito son: el naranja, amarillo- pálido, vermellón, verde pálido, cafe y ocre. O bien que estimulan el deseo por un líquido, como los colores: cafe, amarillo, ocre, amarillo- rojizo, azul- verdoso y azul.
 - b) El deseo por la salud, deberán inspirar confianza y eficiencia, - aquellos colores que se empleen en empaques de medicamentos.
 - c) El instinto sexual. Se usan los colores que estimulen la expresión del amor, el cariño y la ternura, estos son el rojo y el rosa y la gama que existe entre estos colores.
 - d) La necesidad de descansar se estimula con el uso de los colores- verde y azul principalmente.
 - e) La necesidad de exclusividad, mediante el uso de colores excén-- tricos.

11. El color de un empaque debe poseer las siguientes cualidades, - la primera es la concordancia con su uso, deberá cumplir con su función que es la de proteger el contenido, y preservarlo en contra de agentes que puedan arruinar su composición.

La segunda es la de tener una presentación agradable que siga siendo agente de publicidad al ser guardado o reutilizado en el hogar.

Y por último el color sirve para caracterizar los diferentes productos de una marca cuya función es puramente informativa y explicativa cuando corresponde al efecto de identificar los diferentes sabores - o particularidades específicas de cada producto de la misma marca.

EL COLOR Y EL EMPAQUE

CITAS BIBLIOGRAFICAS.

1. J. P. Favre, Color Sells your Package; pp. 9- 14
2. ibid., pp. 15- 18
3. ibid., pp. 21, 22
4. ibid., pp. 24- 26
5. ibid., pp. 27, 30
6. ibid., pp. 31- 35
7. ibid., p. 37
8. ibid., p. 38
9. ibid., pp. 39- 43
10. ibid., pp.45- 52
11. ibid., pp. 54, 55, 58, 60
12. J. Itten, The Elements of Color; pp. 77- 78
13. J. P. Favre, op. cit., pp. 63, 65, 67, 68, 78, 79
14. ibid., pp. 85, 86, 88, 90, 91

CAPITULO

8**TECNICAS
REPRESENTACION GRAFICA**OBJETIVOS

El conocimiento y aplicación de conceptos como repetición, alternancia, superimposición, inversión, similitud, gradación y radiación tienen como finalidad didáctica, sensibilizar al diseñador gráfico en su capacidad de percibir y crear diversas impresiones de movimiento, secuencia rítmica, o relaciones de posición y dirección formales.

La naturaleza es sinónimo de movimiento y similitud, lo cual brinda al diseñador infinitos ejemplos en donde observar, comprobar y obtener o establecer analogías formales y funcionales para crear y/o transformar una forma orgánica en un elemento para la composición gráfica.

8.1 REPETICION.

La repetición es la manera más simple y práctica dentro de la composición. Bien organizada, "la repetición rítmica da una impresión de movimiento medido, regular y armónico"¹

8.1.1 Repetición y Simetría.

La repetición hace uso de la simetría de este modo podemos encontrar:

8.1.1.1 Motivos que pueden repetirse a través de una línea recta.

8.1.1.2 Motivos que pueden repetirse simétricamente dos a dos en relación con un eje curvo.

8.1.1.3 Motivos repetidos simétricamente alrededor de un punto.

8.1.1.4 Motivos repetidos simétricamente en relación a un eje rectilíneo.

8.1.2 Tipos de Repetición

Los hay de figura, tamaño, color, textura, dirección, posición, o repetición modular.

8.2. ALTERNANCIA.

"Es la sucesión de diferentes motivos recurriendo en una secuencia regular, necesariamente acompañada de la repetición; una alternancia crea un ritmo. La regularidad y la riqueza del ritmo, combinado con la variedad dentro de una unidad total, representa el principio inherente de la alternancia" ²

8.2.1. Cualquier elemento de diseño puede alternarse con otro u otros elementos para formar un motivo de composición gráfica. Existen diferentes modalidades de alternancia, ya que son asociaciones entre diferentes elementos plásticos. Dentro del diseño de un motivo gráfico hay que considerar diferentes tipos de alternancia.

8.2.1.1 Alternancia de Posición - Un elemento repetido en diferentes posiciones.

8.2.1.2 Alternancia de Proporción - Un elemento repetido en diferentes tamaños.

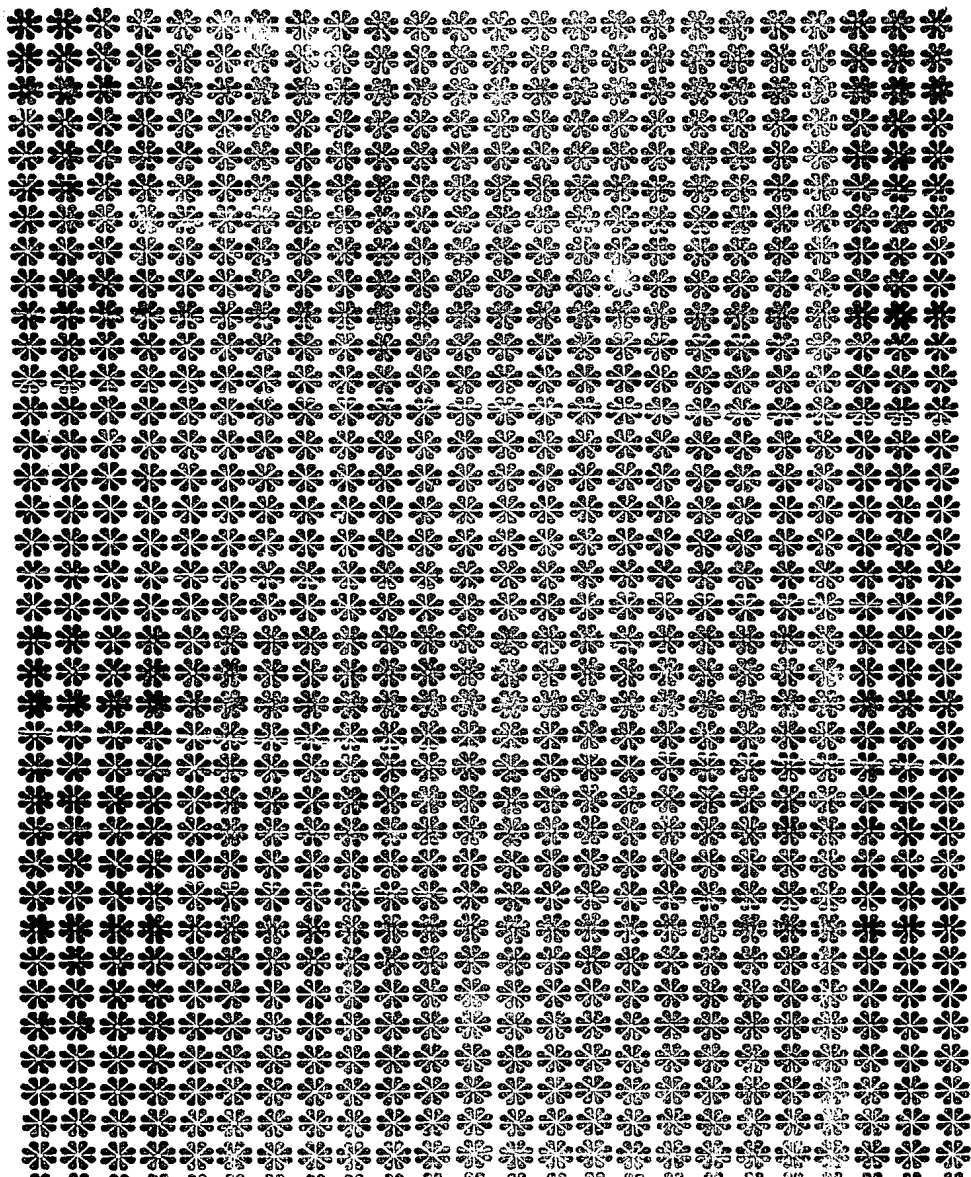
8.2.1.3 Alternancia de Líneas - Pueden ser repetición de líneas curvas, rectas o ambas.

8.2.1.4 Alternancia de Valores - Se refiere a la alternancia de

valores tonales de colores oscuros con colores claros.

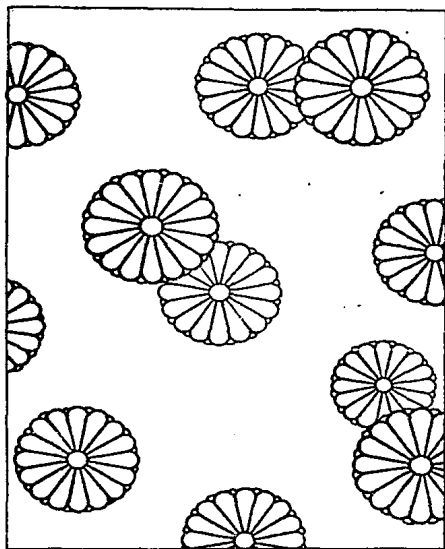
8.2.1.5 Alternancia de Colores -

8.2.1.6 Alternancia de Materiales³

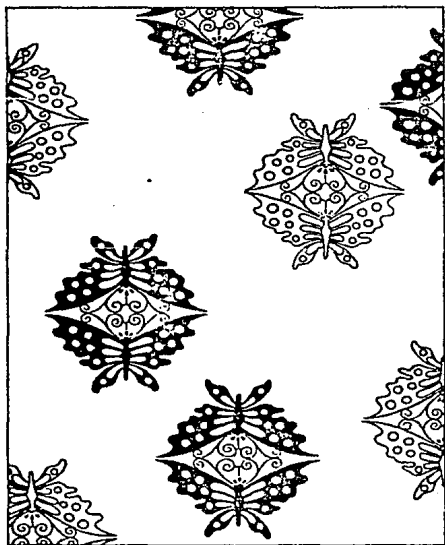
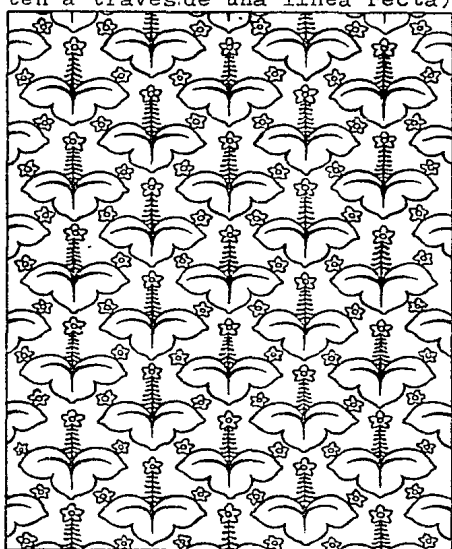


REPETICIÓN (motivos que se repiten a través de una línea recta).

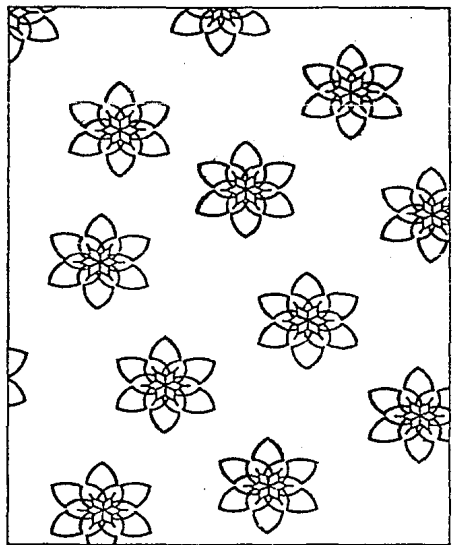
REPETICION DE UNA FIGURA.



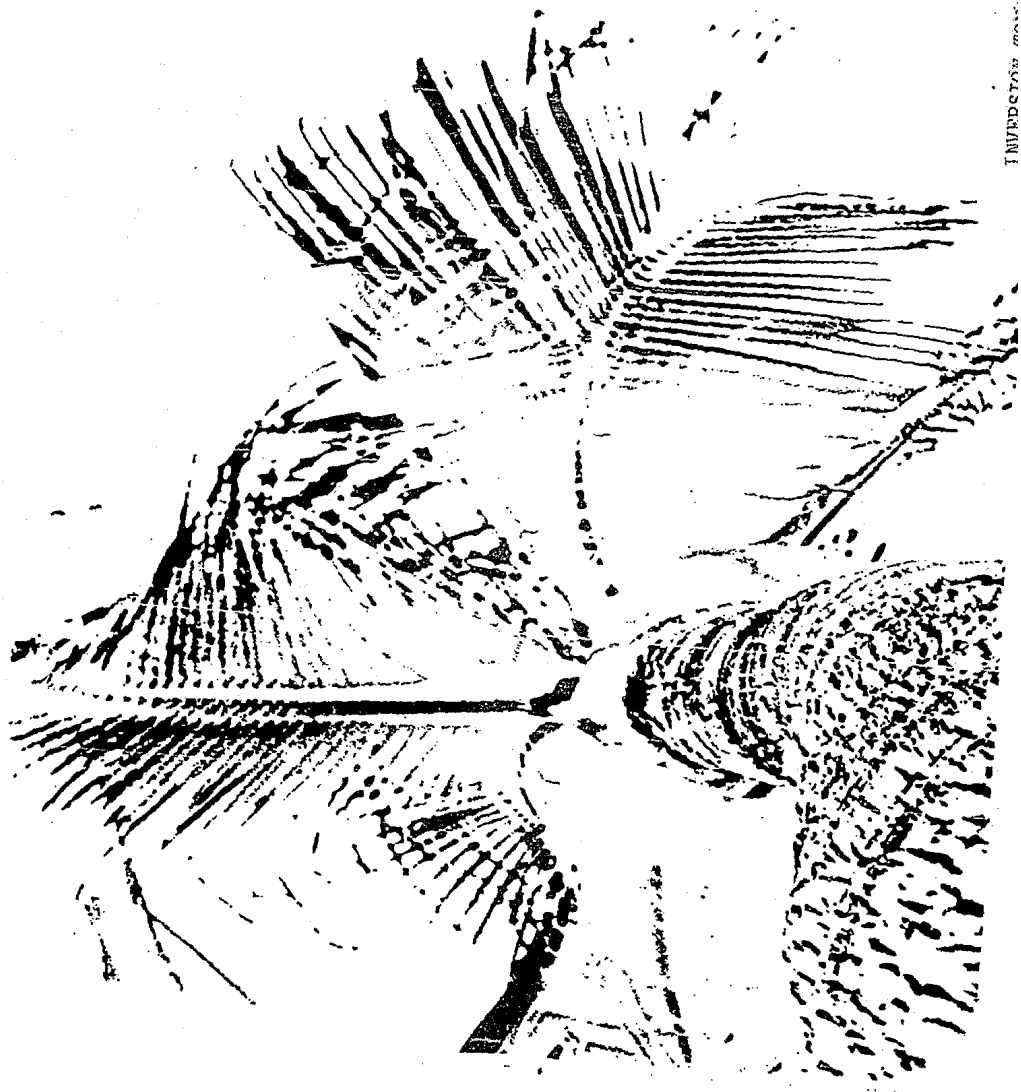
REPETICION (motivos que se repiten a través de una línea recta)



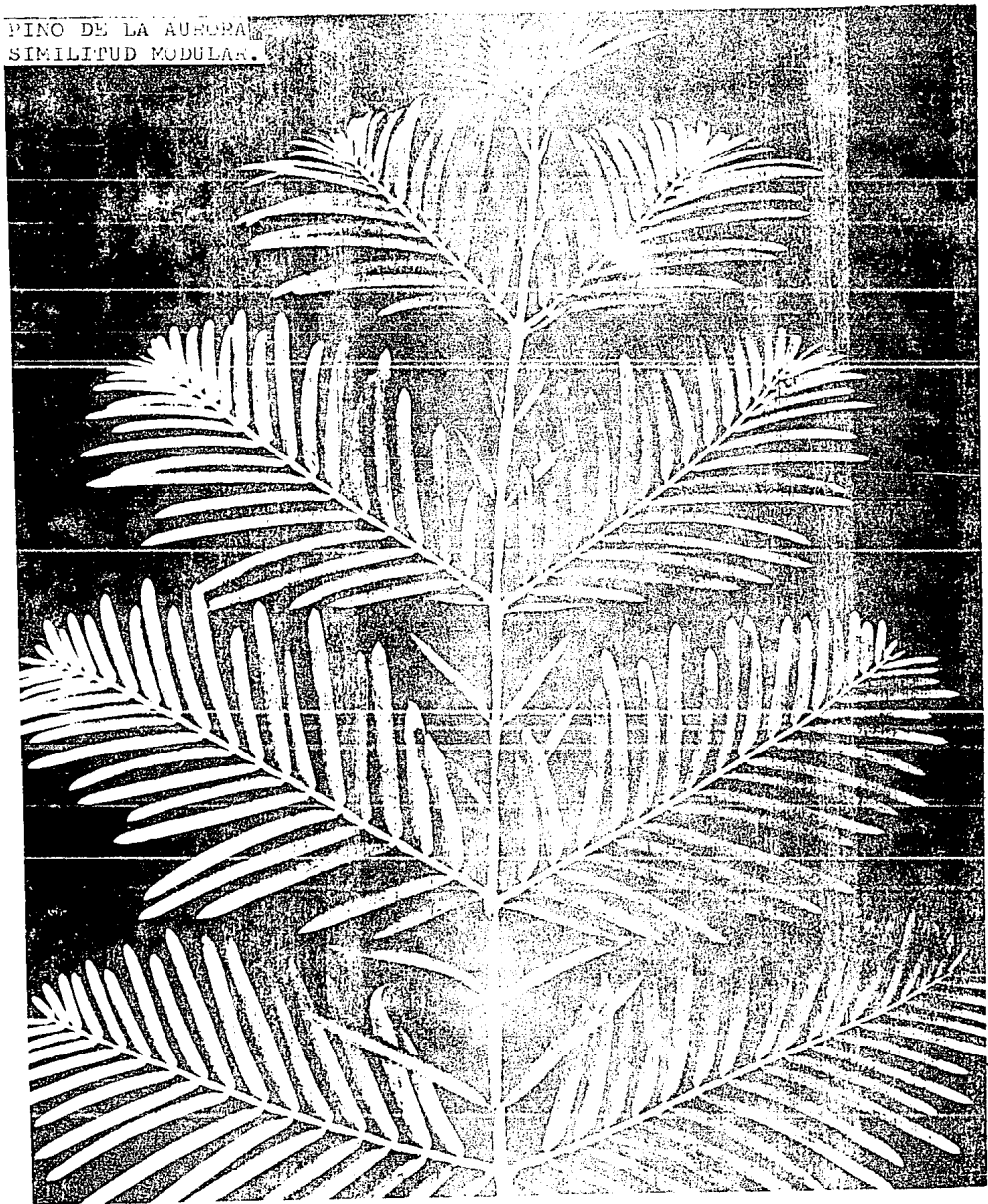
REPETICION DE FIGURA.

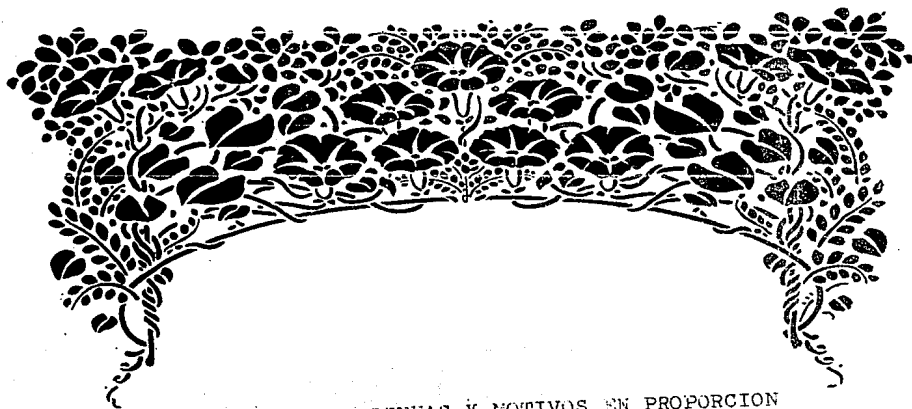
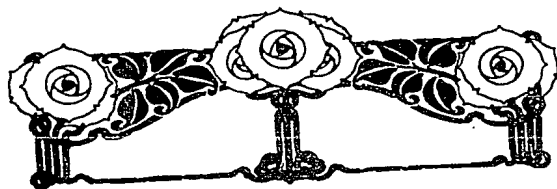
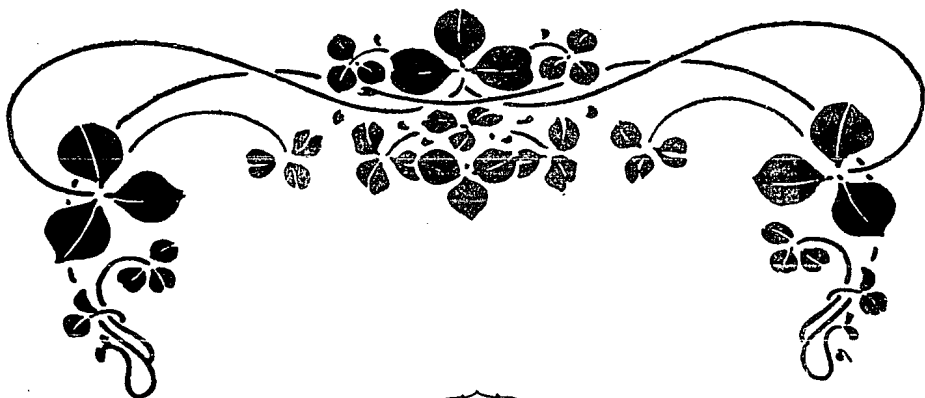


REPETICION DE FIGURA.



PINO DE LA AURORA
SIMILITUD MODULAR.



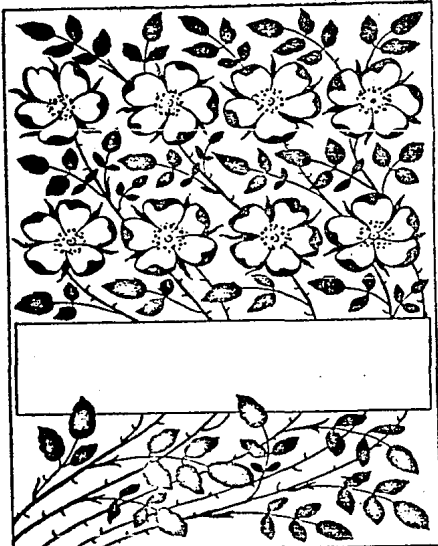
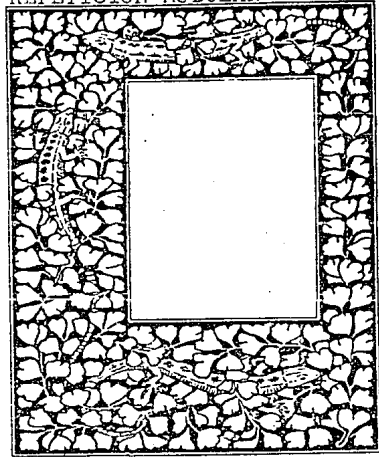


ALTERNANCIA DE LINEAS Y MOTIVOS EN PROPORCION

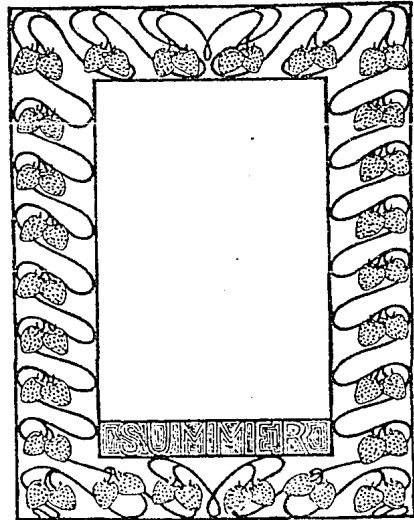
ALTERNANCIA DE LINEAS
CURVAS Y RECTAS



ALTERNANCIA DE FIGURA Y
REPETICIÓN MODULAR



ALTERNANCIA DE POSICION Y
FIGURAS EN REPETICION SIMETRICA



REPETICION SIMETRICA
ALTERNANCIA DE LINEAS CURVAS
Y MODULOS

8.3 SUPERIMPOSICION

"Es el modo fundamental de composición en el cual un motivo o elemento plástico se sobrepone, se enreda, se entrelaza o se pone encima de otro. La superimposición nos da idea de perspectiva, y movimiento ".⁴

La superimposición es comunmente usada en cinematografía.

8.4 INVERSION'

"Invertir es voltear o desplazar un elemento en relación a su posición usual, o revertir las relativas dimensiones."⁵

La inversión nos permite efectos inesperados, sorprendentes y divertidos, por ser un elemento que llama siempre la atención ya que no es muy usual.

8.5 SIMILITUD

Mucha veces hemos oído decir que no existen dos cosas iguales en el mundo de la materia viviente, es decir, que las formas pueden parecerse entre sí pero no ser idénticas. Esto se conoce con el nombre de similitud.

En física, el 'principio de similitud' puede explicarse, como fuerzas que actúan en un sistema, las cuales pueden variar en cuanto a relaciones diferentes; aunque las dimensiones siguen siendo las mismas en diversos sistemas o formas, los valores relativos, se alteran con la escala, pero siempre guardando el equilibrio en relación con el todo.

Los aspectos de similitud pueden encontrarse cuando observamos la naturaleza. Las hojas de los árboles, los árboles del bosque, la arena de una playa, las olas del mar, la nieve, la lluvia, etc.

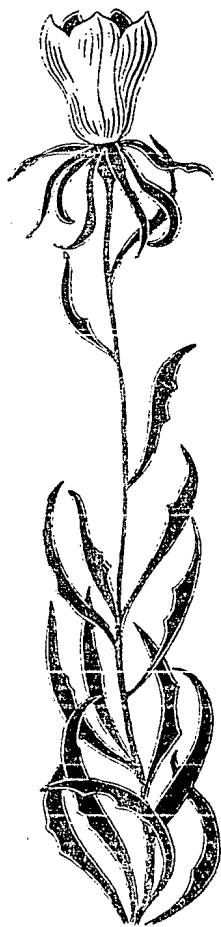
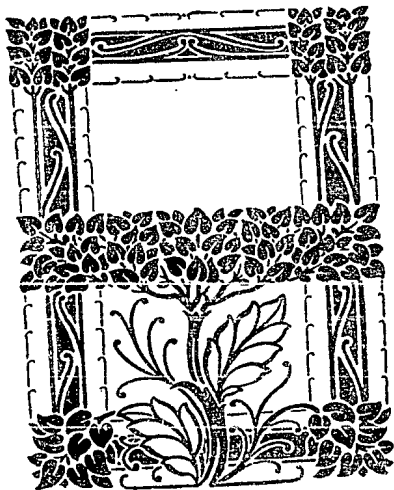
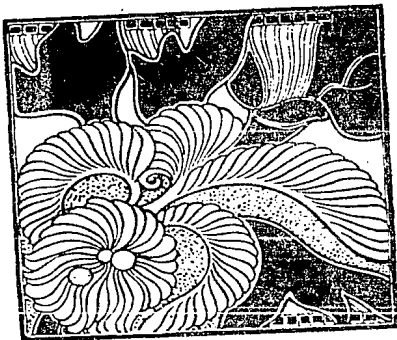
"La figura es siempre el elemento principal para establecer una relación de similitud, porque las formas difícilmente podrían ser consideradas como similares si lo fueran en tamaño, color y textura, pero diferentes en su figura." ⁶

8.5.1 La similitud de figura puede ser reconocida cuando todas las formas pertenecan a una clasificación común, o estén relacionadas entre sí, ya sea visual o psicológicamente, o en ambos sentidos.

La similitud de figura la encontramos por medio de:

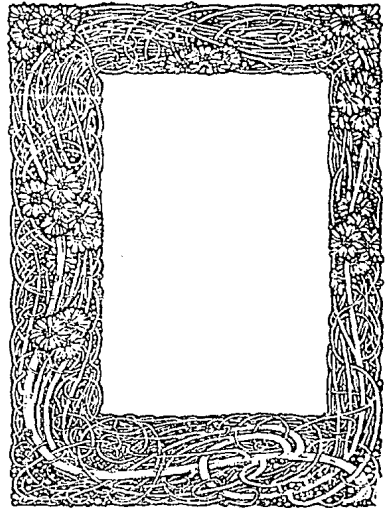
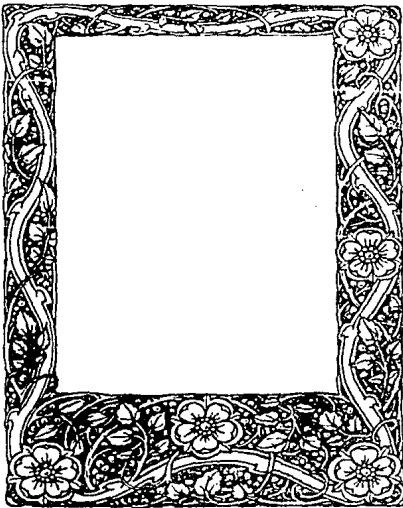
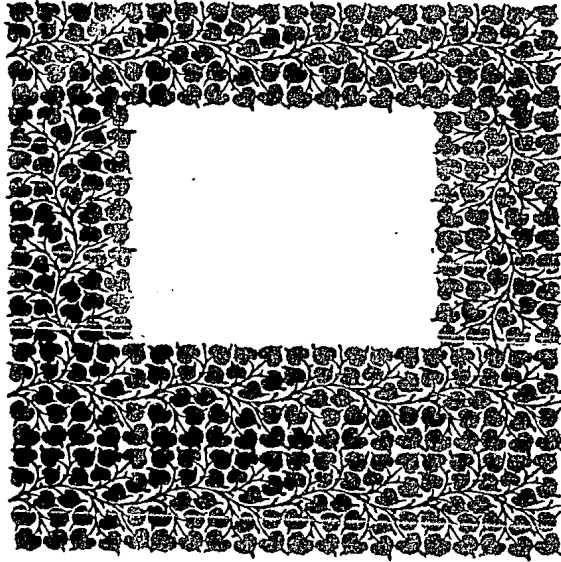
8.5.1.1 "La Asociación. Las formas son asociadas entre sí porque pueden ser agrupadas de acuerdo a su tipo, su familia, su especie, su significado o su función".⁷

A pesar de que en ocasiones la forma es afectada por la tensión y/o compresión. Es cuando una forma sufre una distorsión, ya sea de alargamiento, estiramiento, ensanchamiento, etc. como si pudiera pensarse en formas similares modificables por medio de tensión o compresión. Podemos citar como ejemplo las diferentes deformaciones de contorno que encontramos en las redes geométricas, o bien las formas de los diversos tejidos de las plantas, las frutas, las fibras vegetales, entre otros muchos.

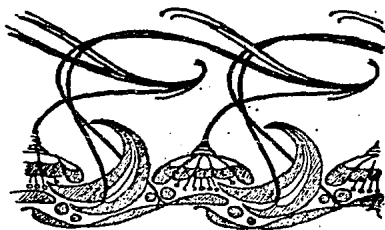
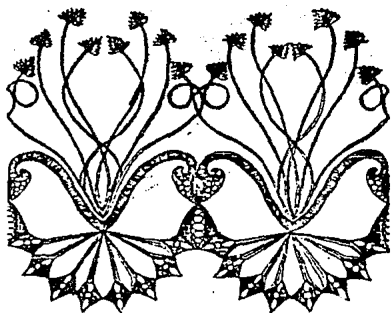
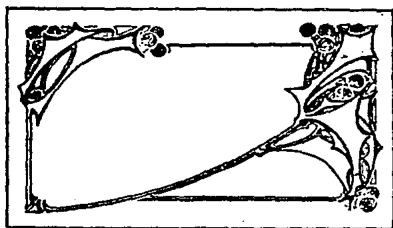


SUPERIMPOSICION (a, b, c, d)

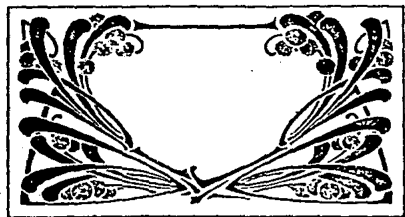
REPETICION DE FIGURA



SUPERINPOSICION (a, b)



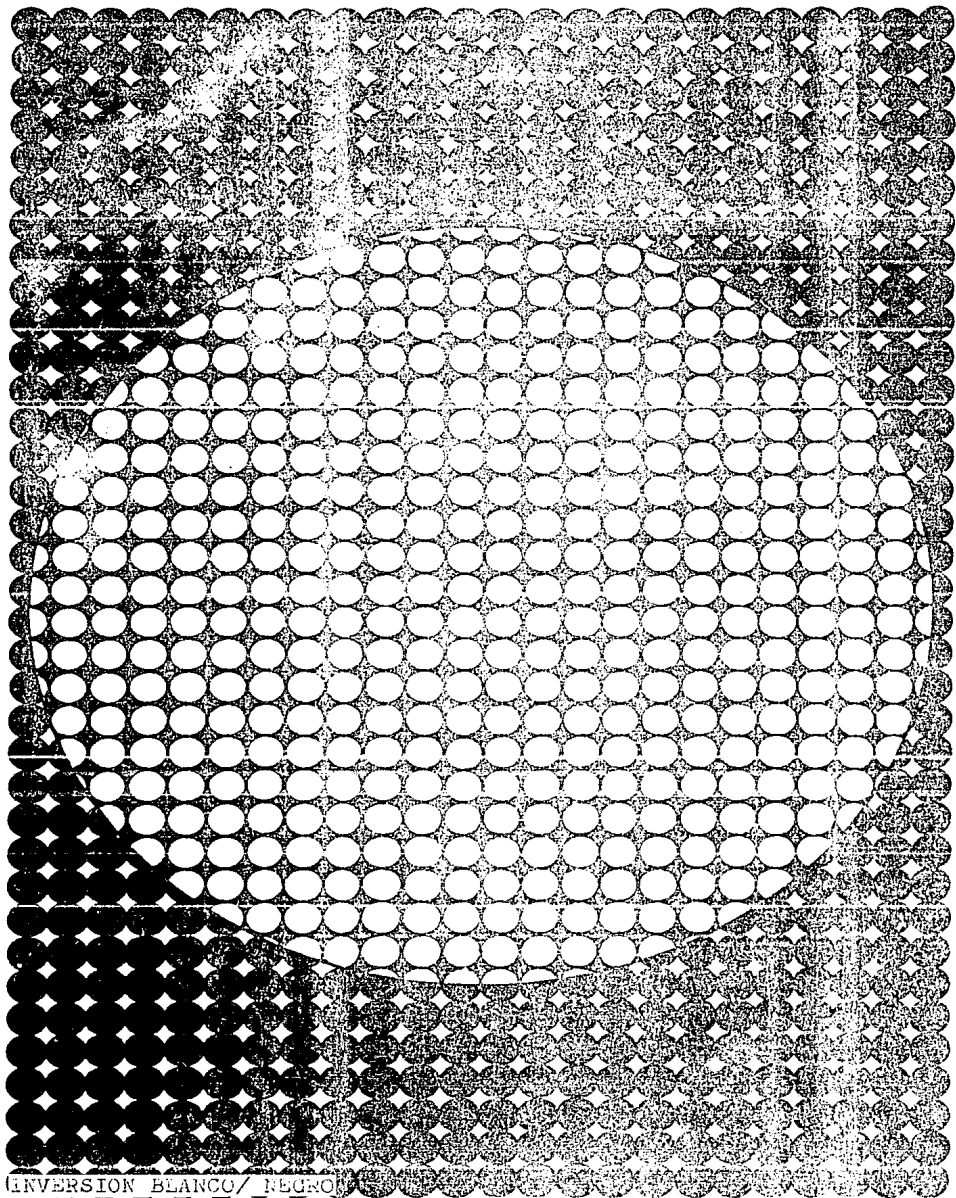
INVERSION DE FIGURA



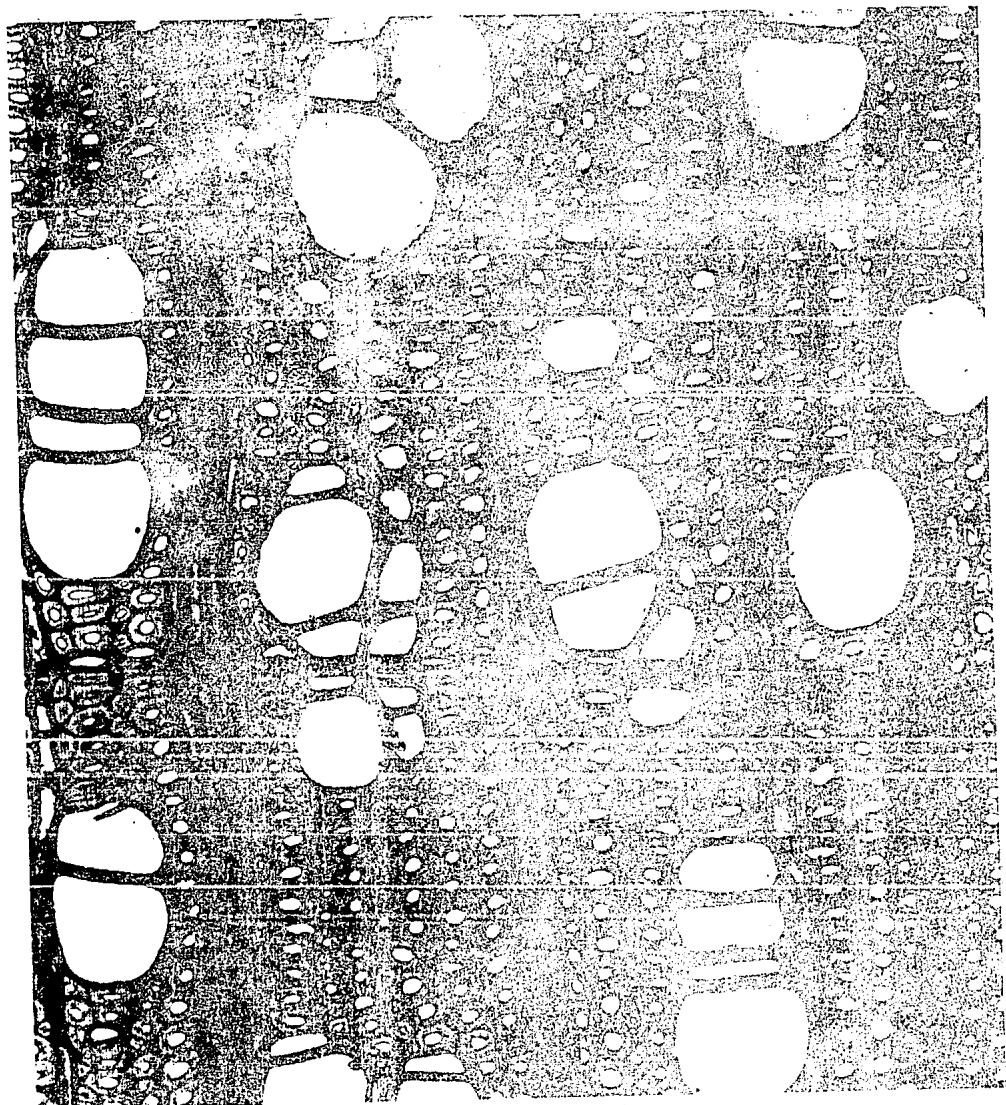
SUPERIMPOSICIÓN (a, b, c, d, e)

INVERSION DE FIGURA

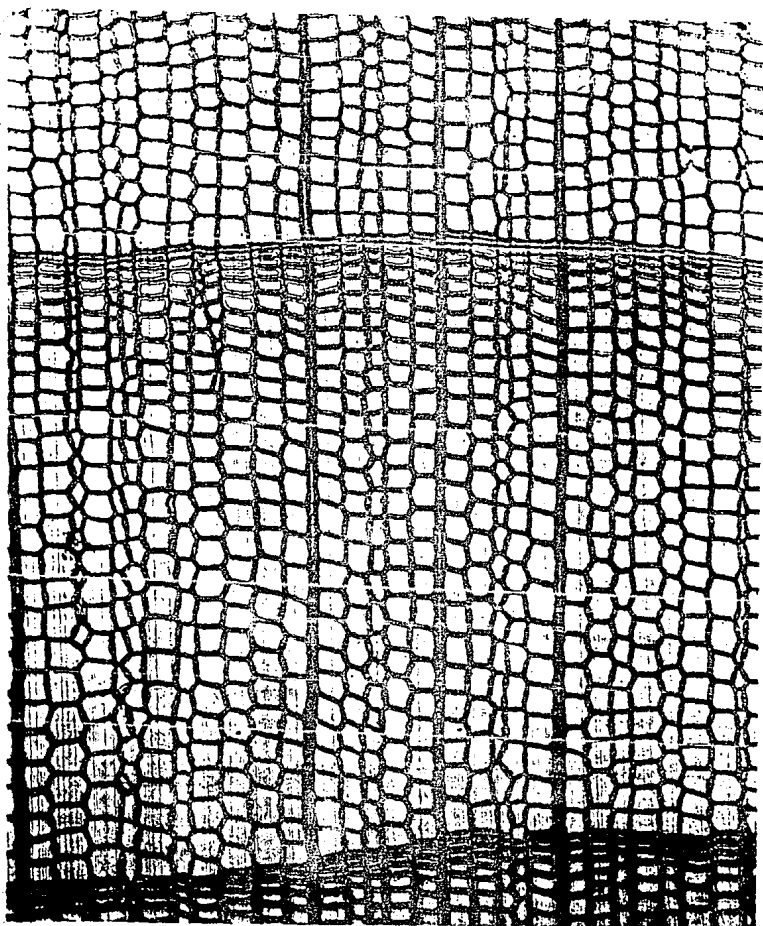




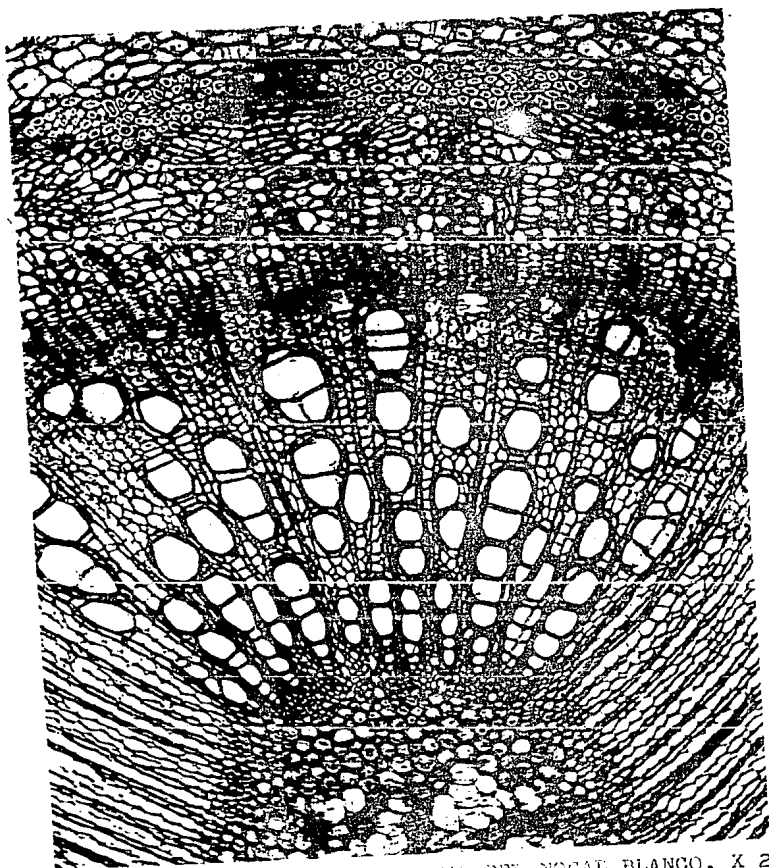
INVERSION BLANCO/NEGRO



SECCION TRANSVERSAL DE MADERA DE ACEDUL, X 200.
PRESENTA SIMILITUD MODULAR



SECCION TRANSVERSAL DE MADERA DE CEDRO BLANCO, X 125
PRESENTA SIMILITUD MODULAR



SECCION TRANSVERSAL DE LA RAMA DEL NOGAL BLANCO, X 25
PRESENTA SIMILITUD MODULAR

8.6 GRADACION

Es la manera de composición en la cual existe una estructura y en donde las subdivisiones estructurales cambian de tamaño, figura o ambos, en secuencia gradual y sistemática.

8.6.1 La gradación la podemos encontrar cuando existe:

8.6.1.1 Cambio de tamaño y/o proporción. Podemos citar ejemplos de gradación en la naturaleza al observar en una misma planta el cambio de tamaño de las diversas hojas, flores, frutos conforme experimenta el crecimiento.

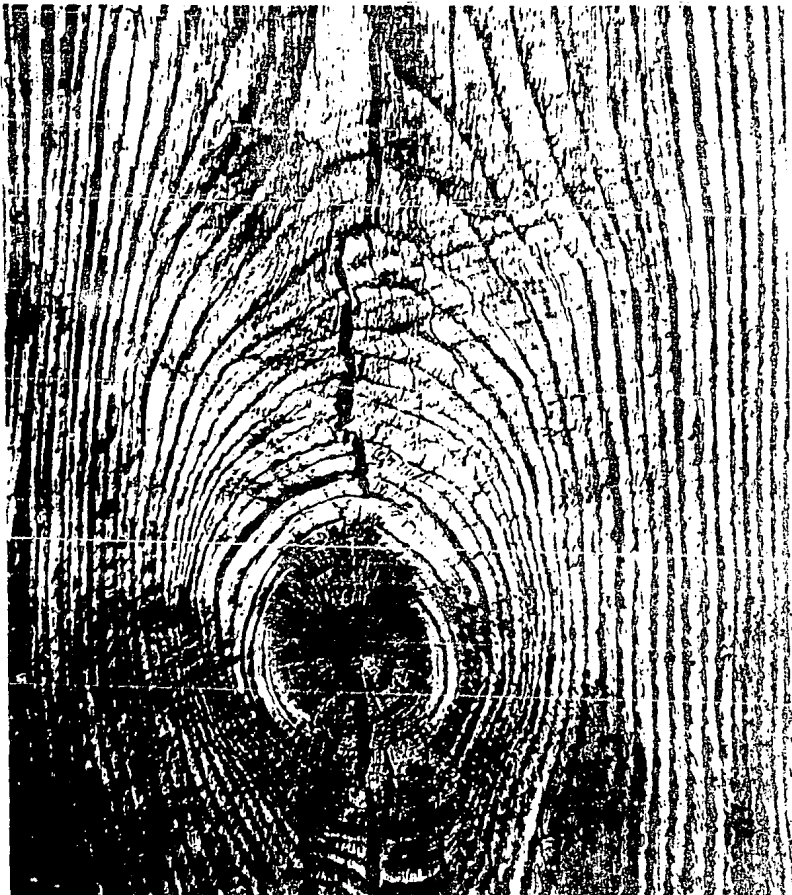
8.6.1.2 Cambio de dirección. El cual experimentan algunas plantas como las enredaderas cuando en su crecimiento encuentran algún obstáculo que desvía sus ramas hacia otra dirección diferente a la inicial.

8.6.1.3 Deslizamiento. Pueden ser de líneas estructurales, horizontales y/o verticales.

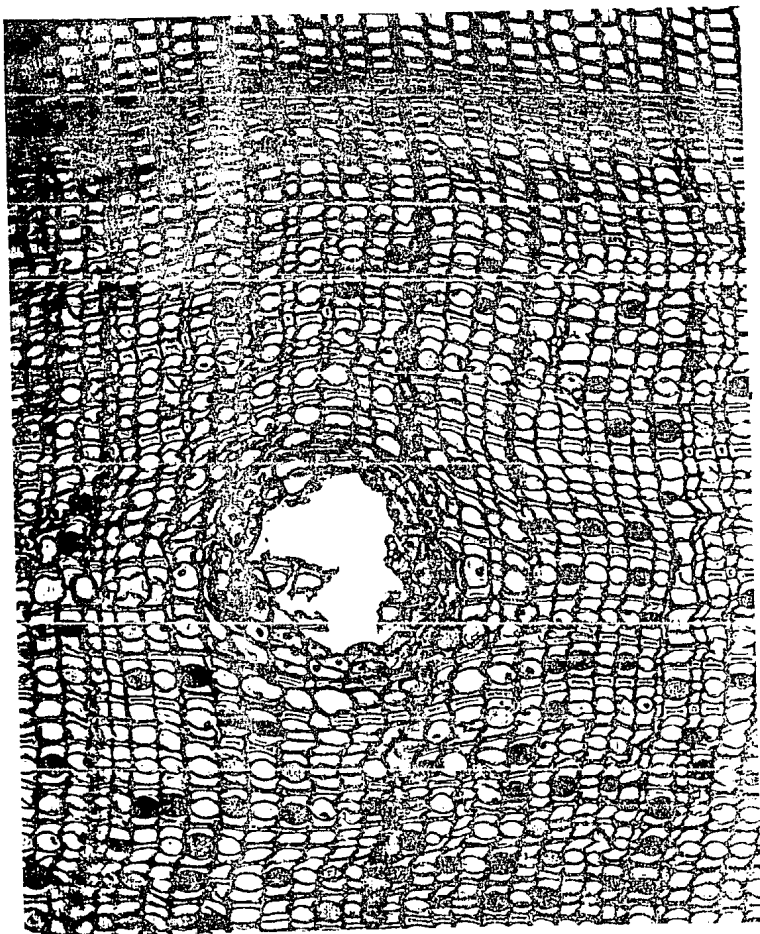
8.6.1.4 La combinación de cambio de tamaño y dirección.

8.6.1.5 División ulterior. Las estructuras de gradación pueden ser divididas en figuras más pequeñas o más complejas.⁸

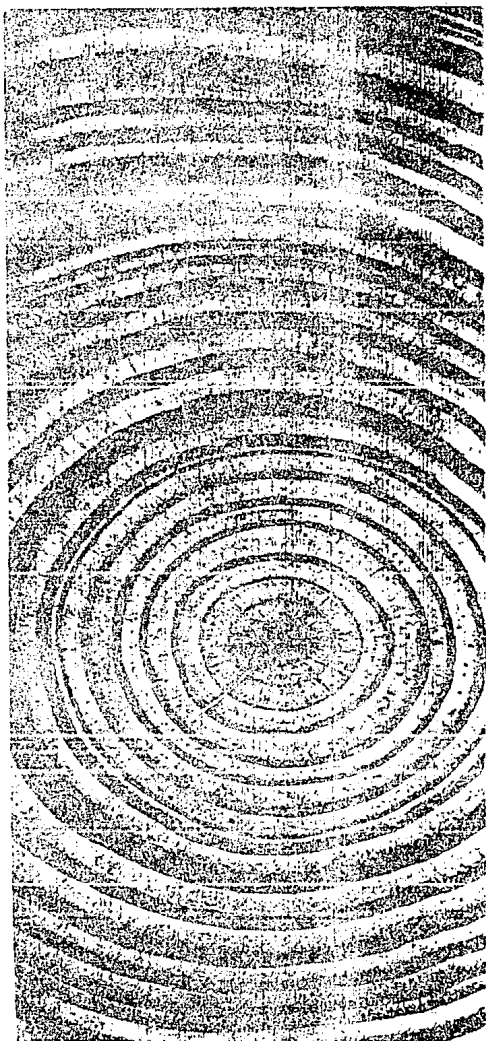
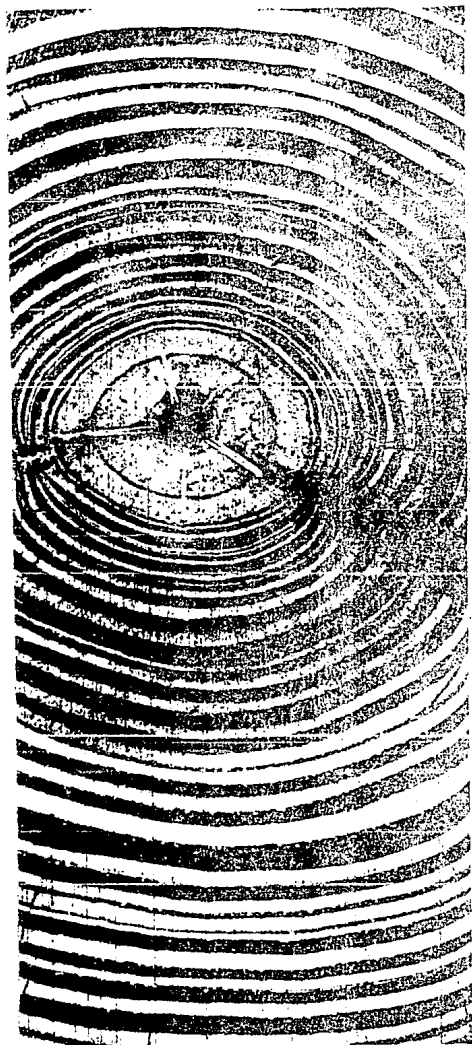
Encontramos estructuras en gradación ulterior al examinar los diversos ejemplos de enrejados hexagonales que existen en la naturaleza, de los cuales ya se ha hablado en otras partes de la tesis, brindando algunos ejemplos.



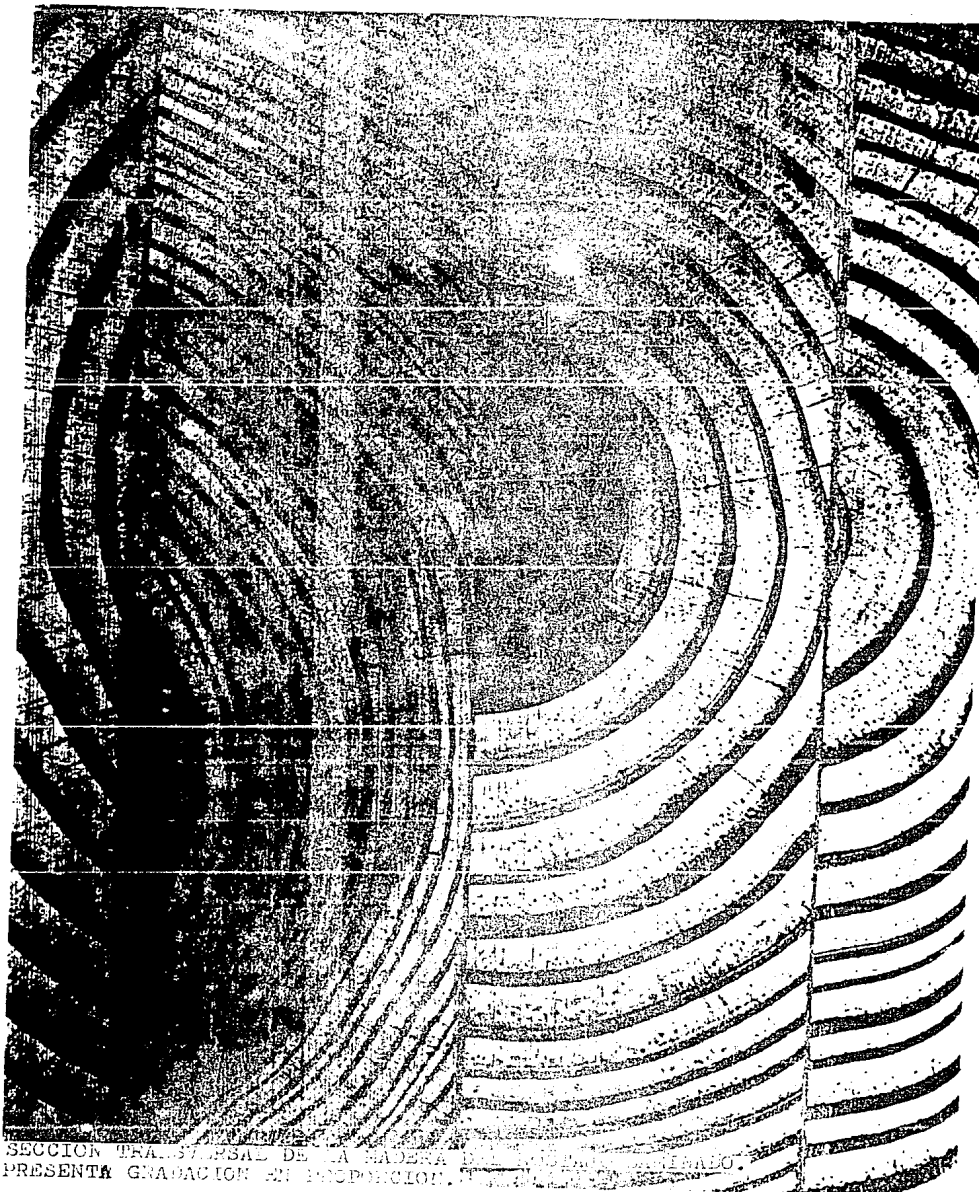
PATRON DE UNION DE UNA RANA EN LA MADERA DEL ROBLE
PRESENTA GRADACION EN PROPORCION Y CAMBIO DE DIRECCION



CORTE TRANSVERSAL DE UN CUDRO DE CEDRO, FIGURA, CAMBIUM
Y MADERA, X 125.
GRADACION DE DIVISION UNIFORME.

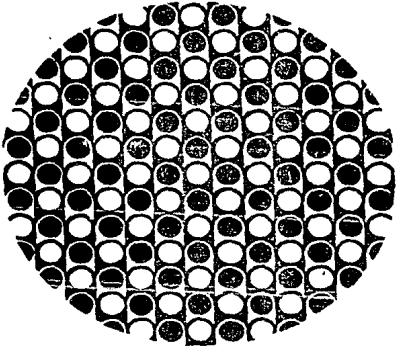


ANILLOS DE CRECIMIENTO DE UN PINO
PRESENTA GRADACION DE LOS ANILLOS

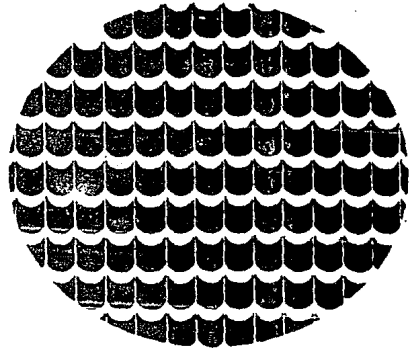


SECCION TRANSVERSAL DE LA MADERA... PRESENTA GRADACION EN PROTECCION...

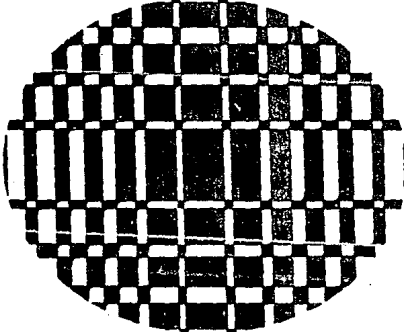
GRADACION EN DESLIZAMIENTO



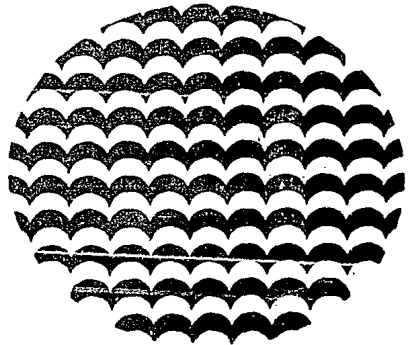
GRADACION EN DESLIZAMIENTO



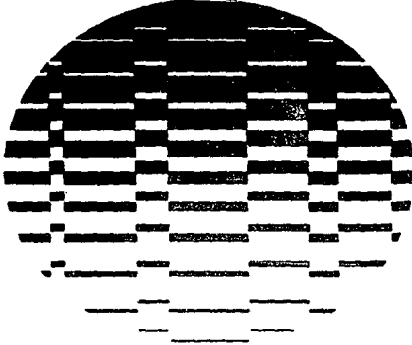
GRADACION EN DIVISION ULTERIOR Y PROPORCIONAL



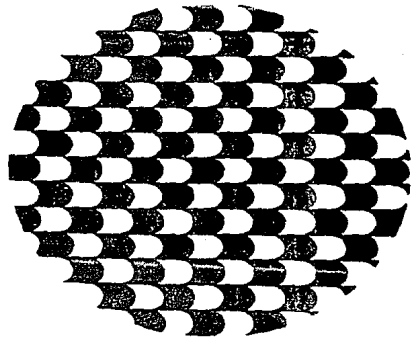
GRADACION EN DESLIZAMIENTO



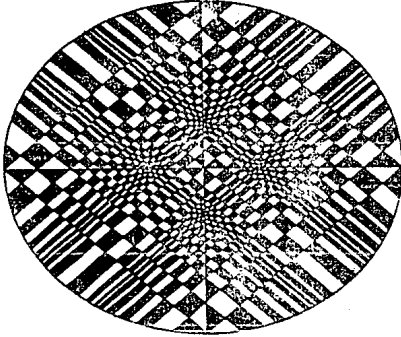
GRADACION EN DIVISION ULTERIOR Y PROPORCIONAL



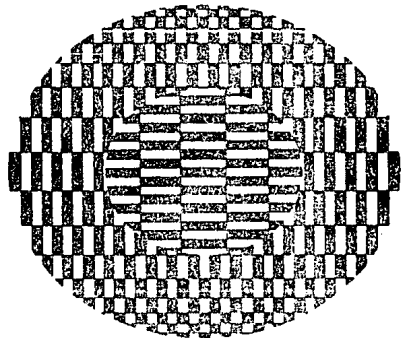
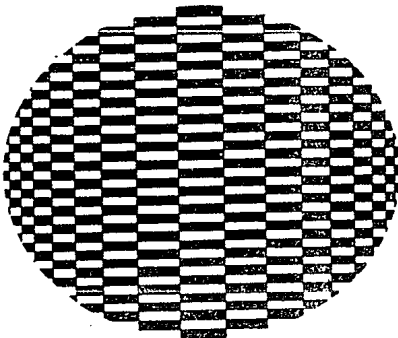
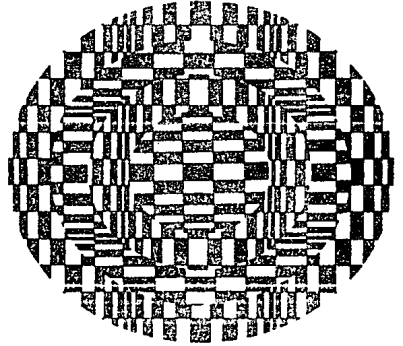
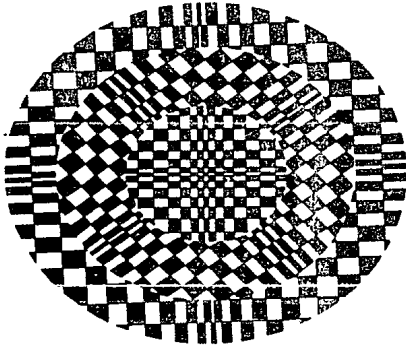
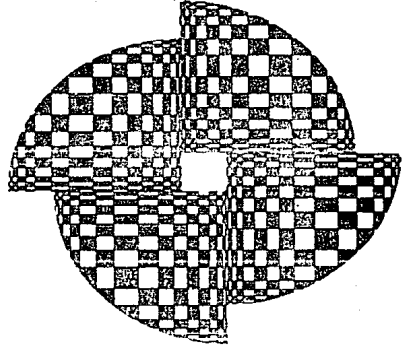
GRADACION EN DESLIZAMIENTO

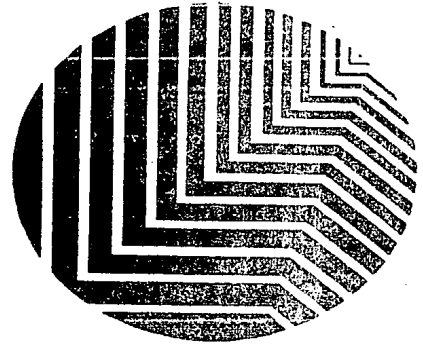
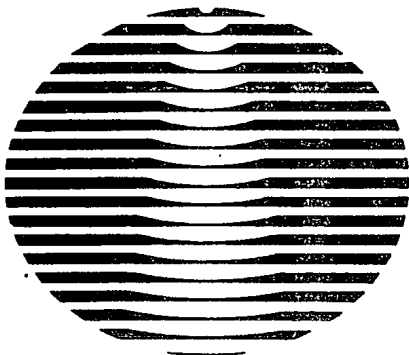
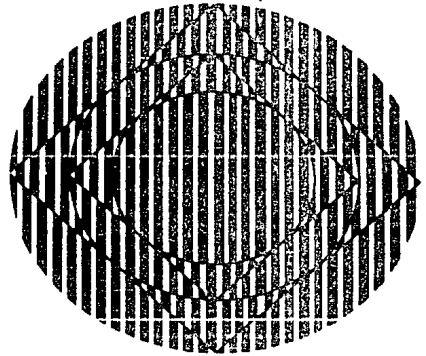
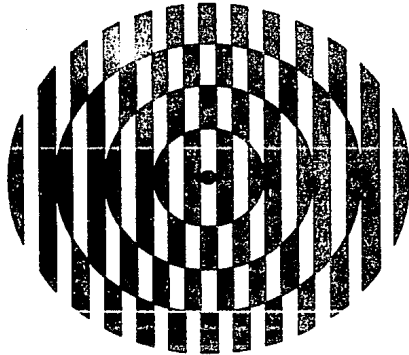
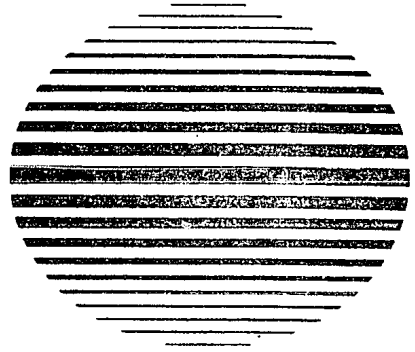
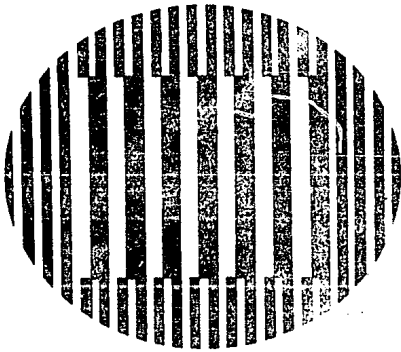


GRADACION EN DIVISION
ULTERIOR Y PROPORCIONAL



GRADACION EN DIVISION
ULTERIOR Y PROPORCIONAL





GRADACION EN DESLIZAMIENTO

GRADACION EN DESLIZAMIENTO

8.7 RADIACION. La radiación puede ser descrita como la repetición estructural de módulos que giran alrededor de un centro común.

La radiación es un fenómeno común en la naturaleza. La encontramos al observar las flores y la disposición de sus pétalos.

Las características de un esquema de radiación son: generalmente es multismétrico; posee un punto focal habitualmente localizado en el centro del diseño y puede generar la sensación de movimiento desde o hacia el centro. ¹

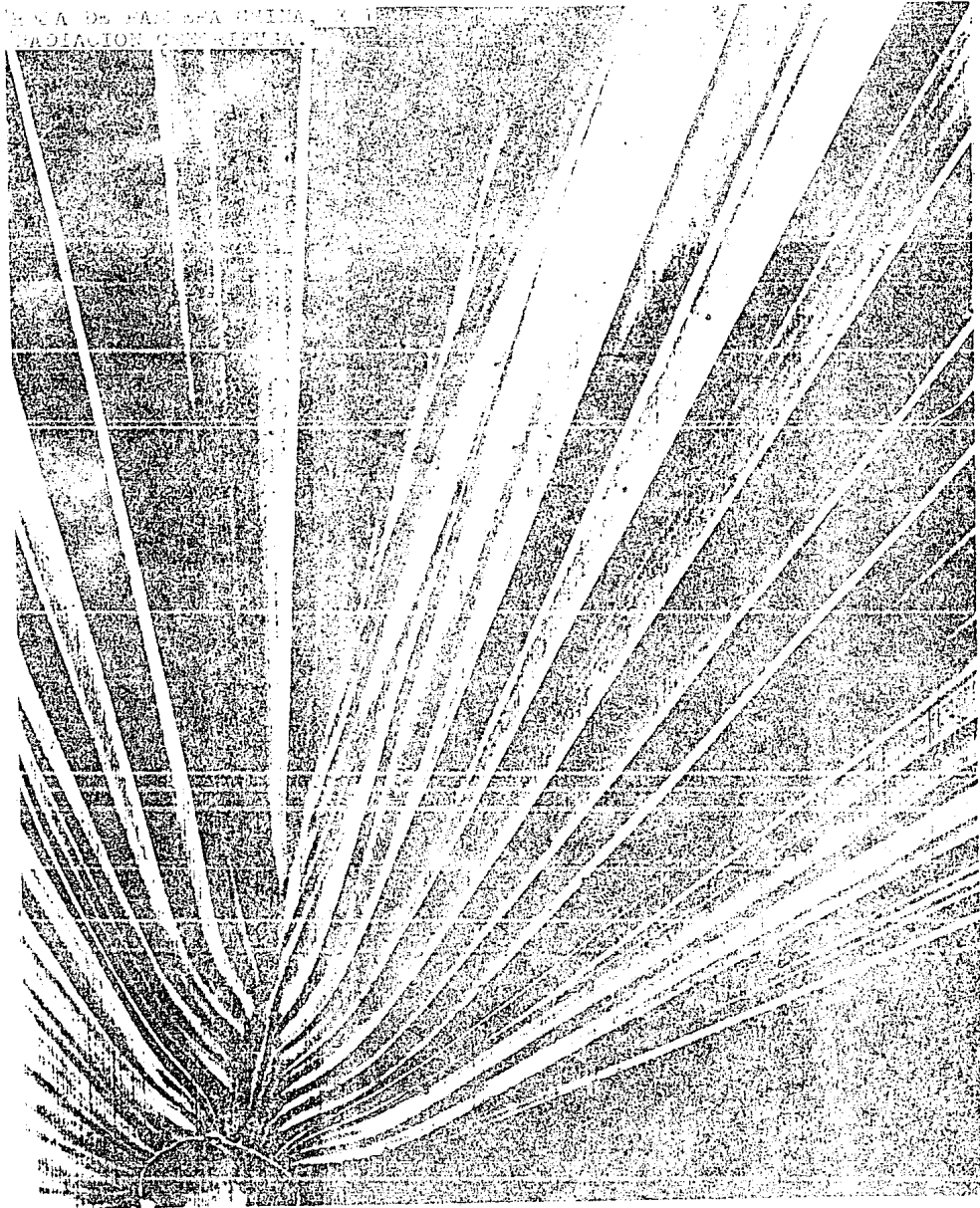
8.7.1 Existen tres tipos de radiación:

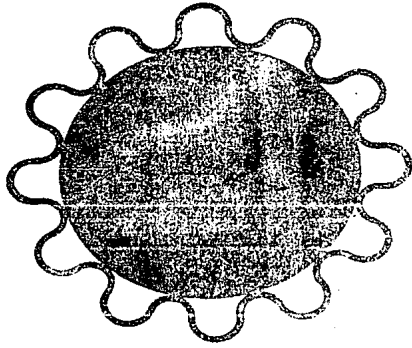
8.7.1.1 Centrífuga - Las líneas estructurales irradian regularmente desde el centro hacia todas las direcciones.

8.7.1.2 Centrípeto - En donde las secuencias de líneas estructurales quebradas o curvas presionan hacia el centro, en el cual no convergen todas las líneas sino que apuntan a todos los ángulos y curvas formados por las líneas estructurales. ²

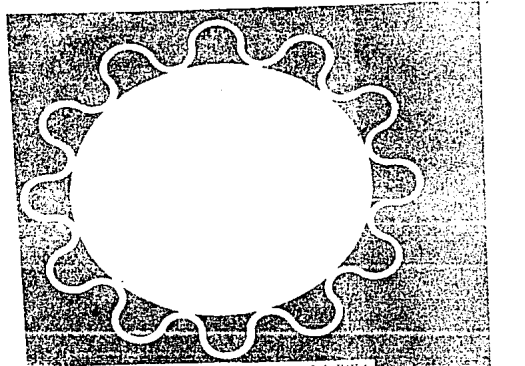
8.7.1.3 Concéntrica - En donde las líneas estructurales rodean al centro en capas regulares. ⁹

UNSA DE PANAMA, PANAMA, C. R.
RADIACION CROMATICA

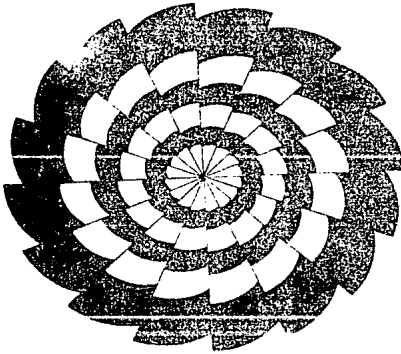




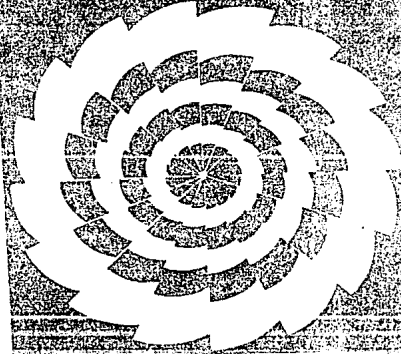
RADIACION CONCENTRICA



RADIACION CENTRIPETA

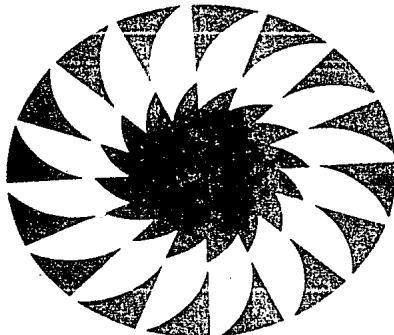


RADIACION CONCENTRICA

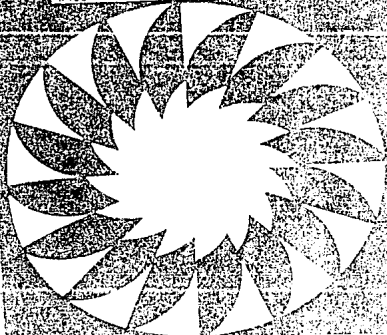


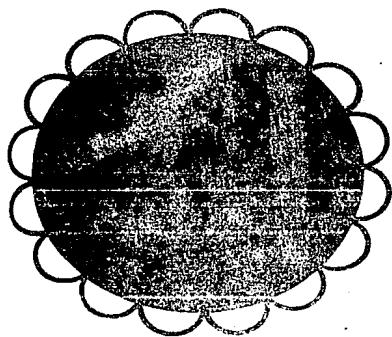
RADIACION CONCENTRICA

RADIACION CENTRIFUGA

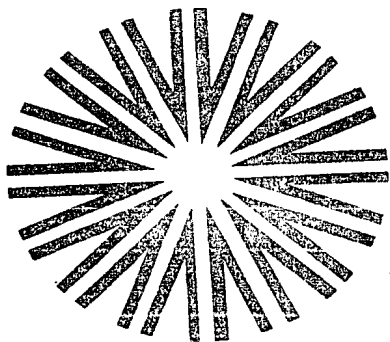


RADIACION CENTRIFUGA

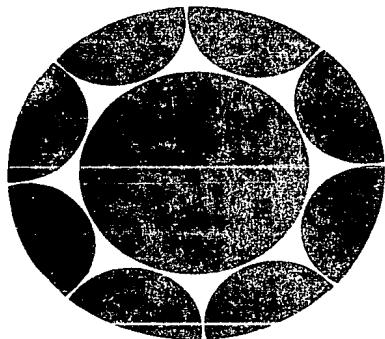




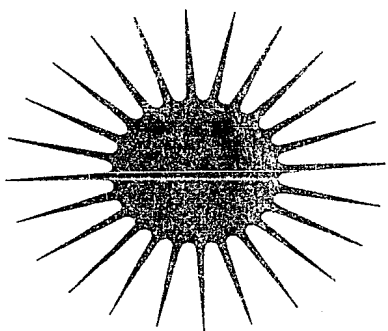
RADIACION CENTRIFUGA



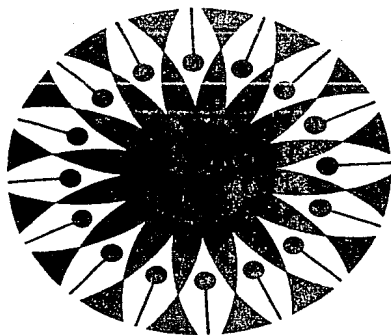
RADIACION CENTRIFUGA



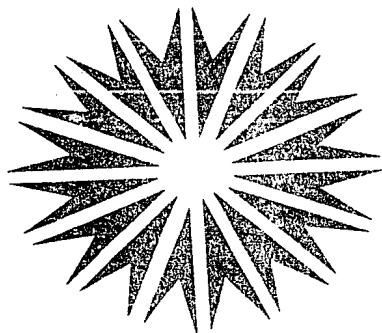
RADIACION CENTRIFUGA



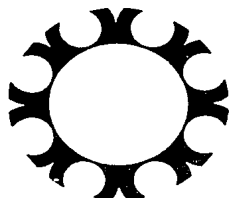
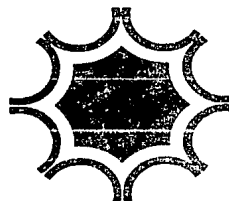
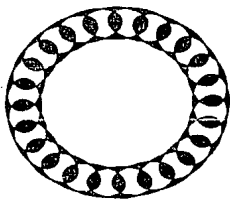
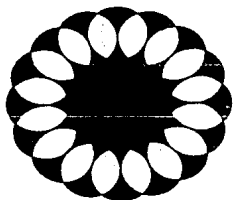
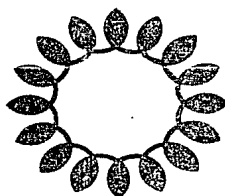
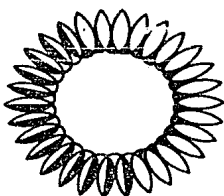
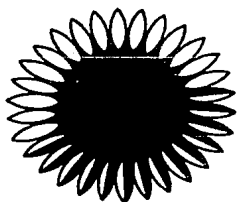
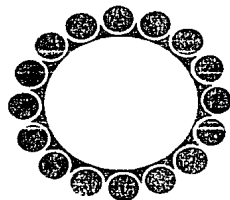
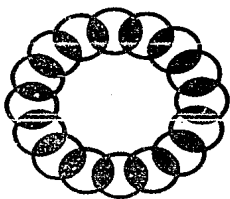
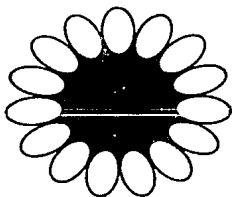
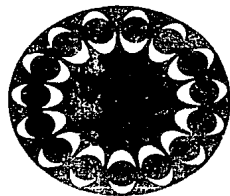
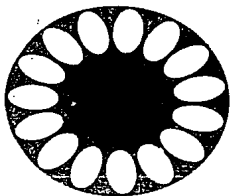
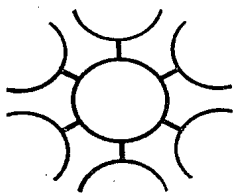
RADIACION CENTRIFUGA



RADIACION CENTRIFUGA

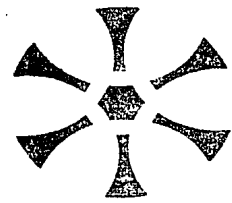
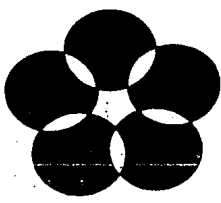
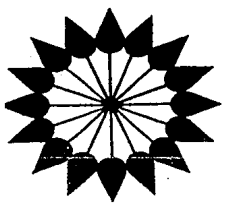
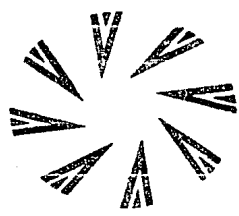
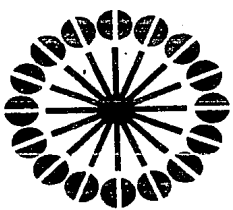
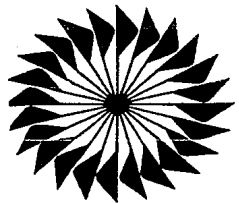
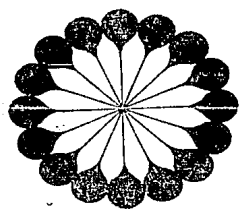
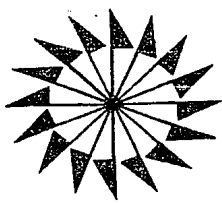
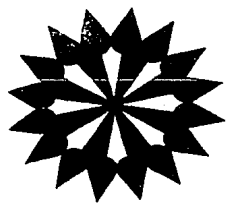
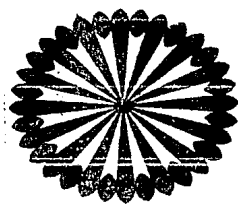
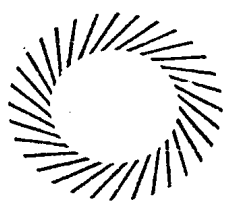
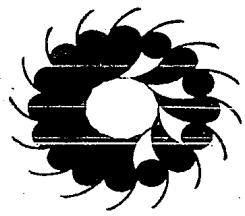
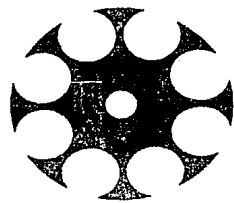
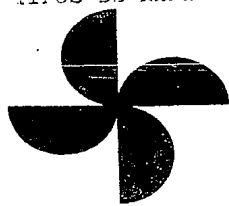
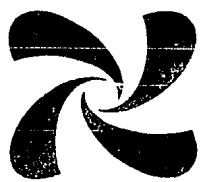


RADIACION CENTRIFUGA



AQUI SE PRESENTAN LOS TRES TIPOS DE RADIACION

AQUI SE PRESENTAN LOS TRES TIPOS DE RADIACION



8.8 COMPOSICION DECORATIVA

8.8.1 DEFINICIONES

8.8.1.1 Tracerías. Son elementos decorativos cuyas líneas se entrelazan o cruzan.

8.8.1.2 Arabescas. Son tracerías decorativas que consisten en líneas, letras, elementos geométricos o estilizados entretejidos.

8.8.1.3 Foliage. Es un motivo de ramilletes o ramas que puede tomar la formas de arabescas estilizadas con flores, hojas y frutas.

8.8.1.4 Voluta. En un motivo arquitectónico esculpido en forma de espiral o hélice.

8.8.1.5 TRABAJO CON FLORES.

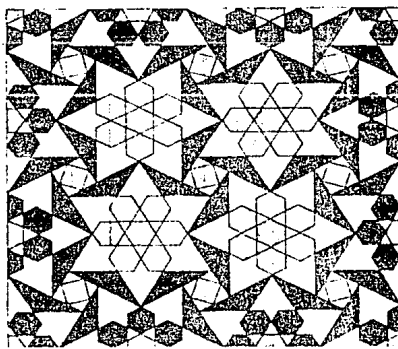
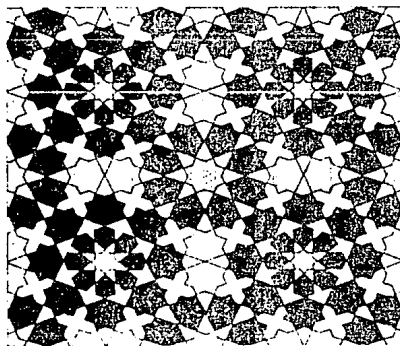
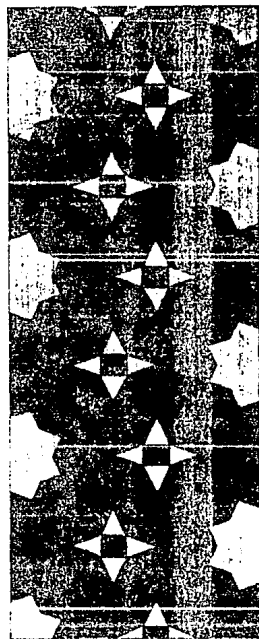
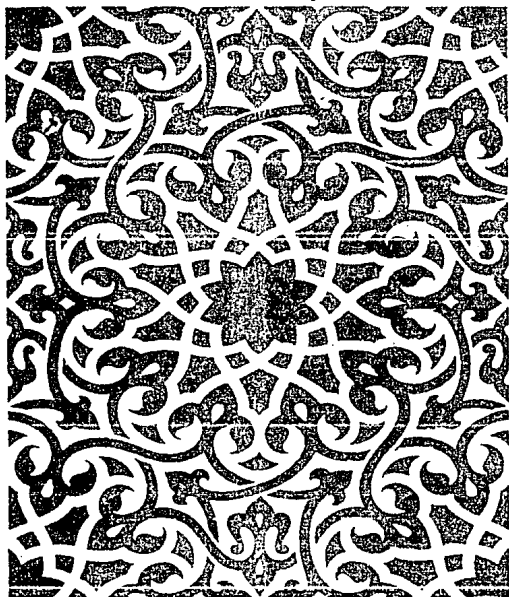
8.8.1.5.1 Palmeadas. Es un ornamento en forma de palmera, o de la palma de la mano.

8.8.1.5.2 Bordes. Es lo que limita la superficie de un objeto. En la naturaleza existen variados ejemplos de bordes, especialmente en las hojas de las plantas.

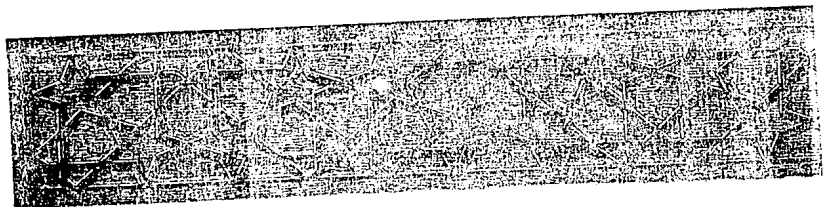
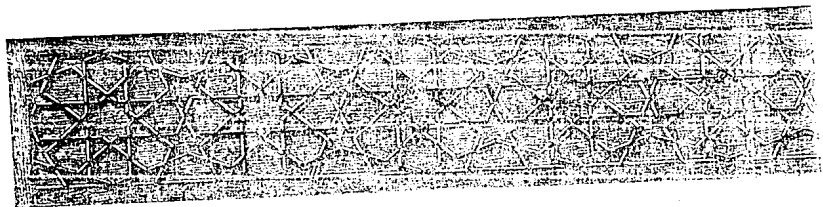
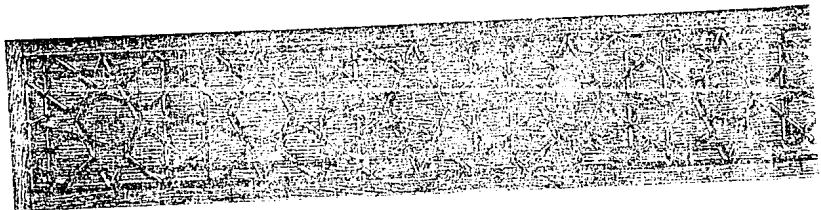
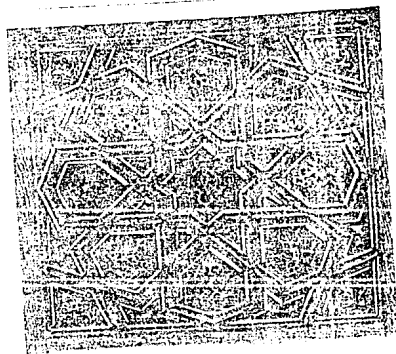
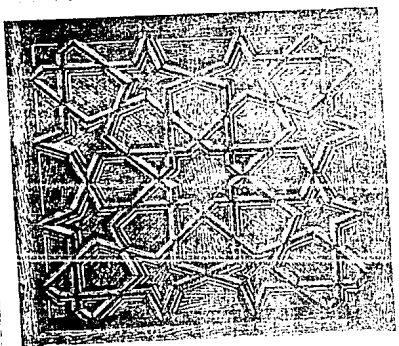
8.8.1.5.3 Friscos. Es una superficie plana delimitada y sin quiebre; en general es una banda de ornamentación. Como ejemplo tenemos el Friso Panateniano que decora el Partenón.

8.8.1.5.4 Banda. Es una superficie ornamental más larga que ancha.

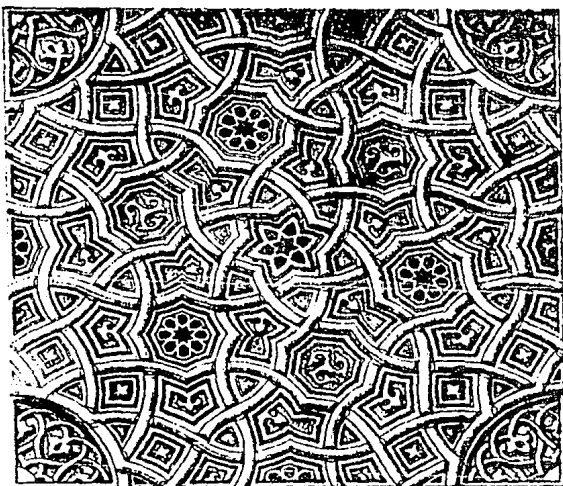
TRACERIAS Y ARABEZCAS



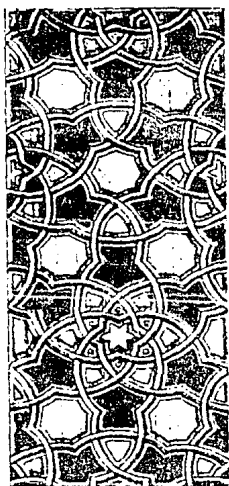
TRACERIAS



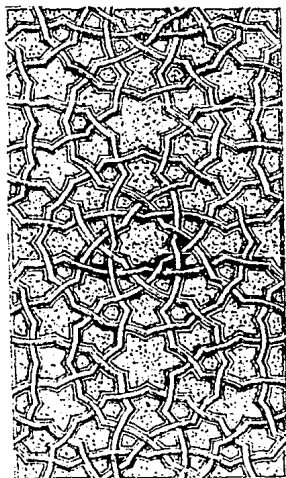
VO: UTAS (a, b, c)



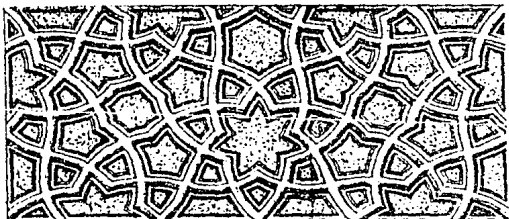
a)



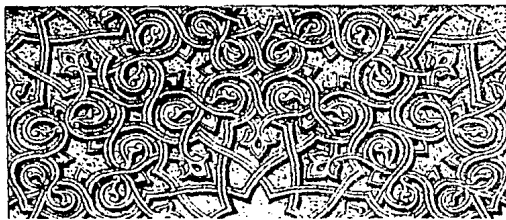
b)



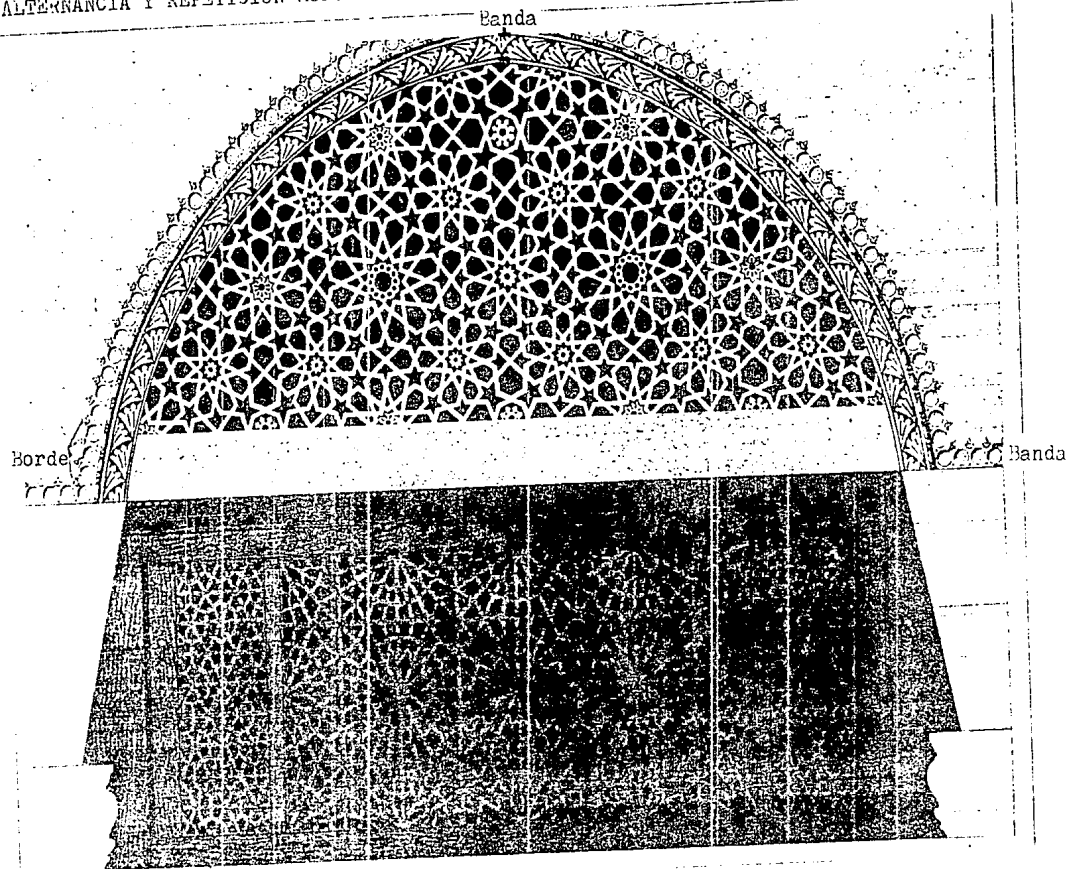
c)

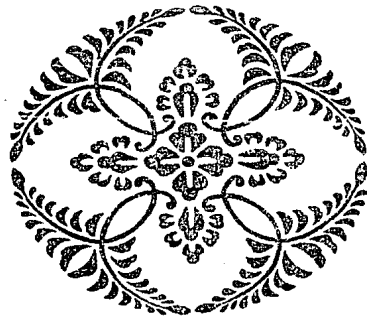
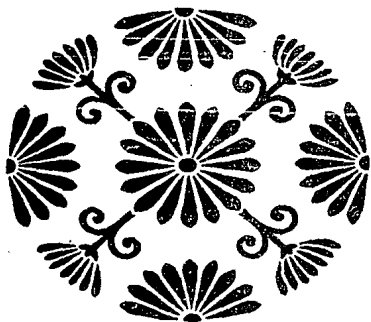
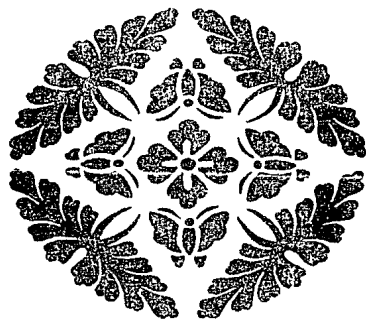
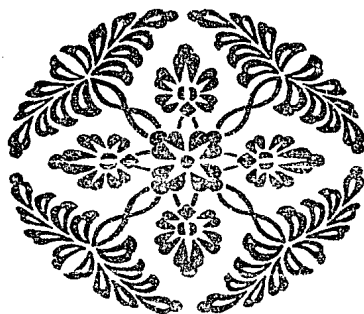
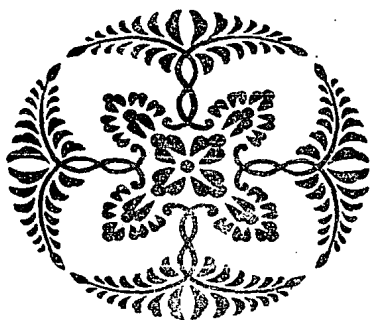


ARABEZCAS



ALTERNANCIA Y REPETICION MODULAR

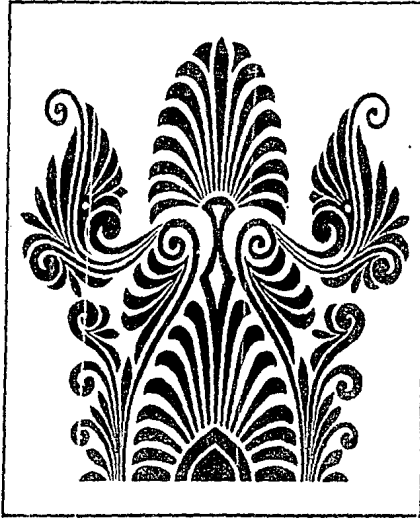
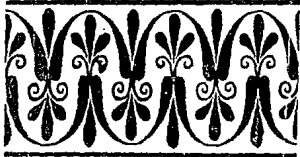
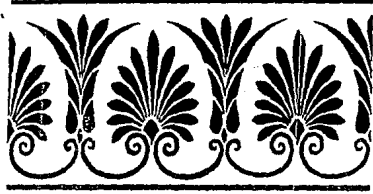


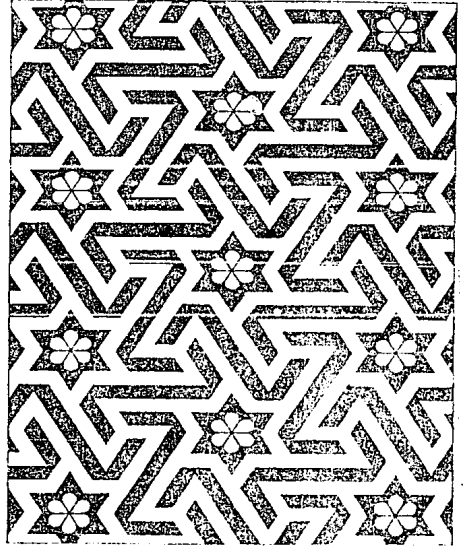
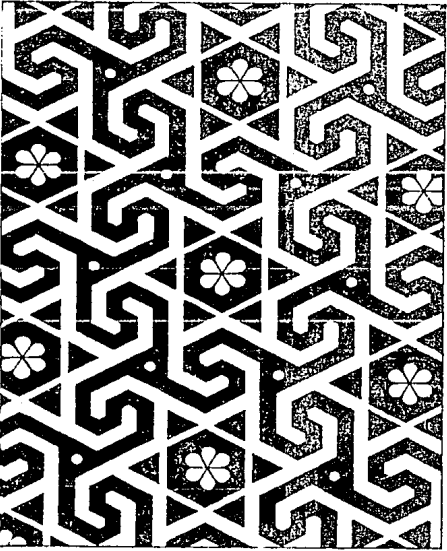
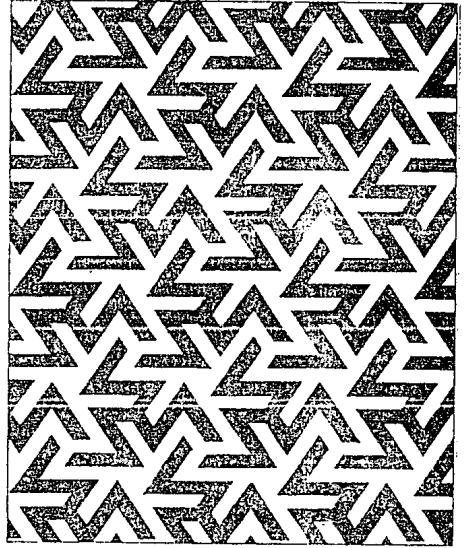
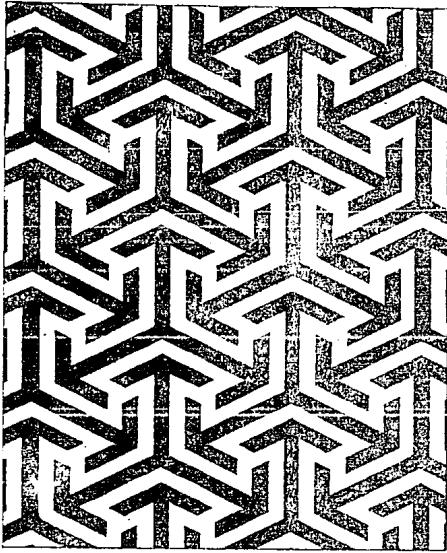


FOLIAJE

FOLIAJE

PALMEADAS





TRACERIAS Y APABEZCAS

8.8.2 COMPOSICION EN LA NATURALEZA

"Cada orden, especie, género, clase y familia tiene características específicas y compartidas; por lo tanto cada especie es única. Ninguna familia produce dos individuos o elementos idénticos, ya sea que difieran en color, tamaño, disposición o edad, o que se hallan desarrollado en diferente medio ambiente y bajo climas y condiciones diversas. La naturaleza es un sinónimo de variedad. Evolucionan en un constante estado de transformación y movimiento"¹⁰

8.8.2.1 Simetría. La simetría absoluta no existe en la naturaleza. En toda la vegetación del mundo no encontraremos jamás dos hojas o dos flores que sean absolutamente idénticas.

8.8.2.2 Analogía. Es una semejanza entre dos cosas o dos criaturas o un ser vivo y un objeto: podemos encontrar una semejanza de forma, función, tamaño, etc.

Por medio del reconocimiento de analogías, el hombre es capaz de pasar fácilmente de una forma a otra que sea análoga a la primera, o de una función a otra, y en consecuencia, transformar una realidad a otra; en una palabra, componer y crear algo nuevo. Como lo hace el amplio campo de la biónica.

8.8.2.3 La Lógica de las Formas Naturales. A través del mundo natural existe una correspondencia entre forma y función; la forma de un organismo vivo está directamente relacionado a su proceso y condición vital.

Ejemplos de Analogías: Similitud entre las formas de un tallo de cactus y un mayal corresponden a una analogía que expresa peligro y agresión.

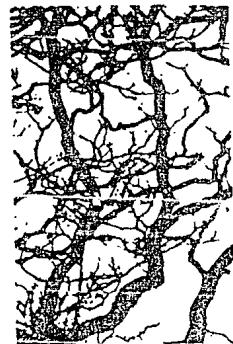
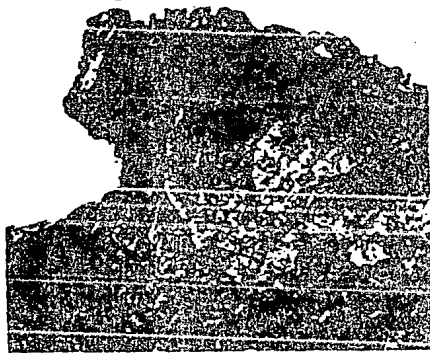


cactus

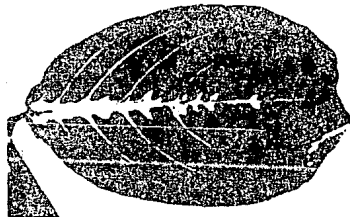


un mayal

Ramas de un árbol y su distribución de la savia, son análogas al cráneo en donde las ramificaciones venosas y nerviosas distribuyen la sangre al cerebro:



Los nervios de esta hoja son parecidos al esqueleto humano en el cual se observan las costillas, el esternón y el tórax.



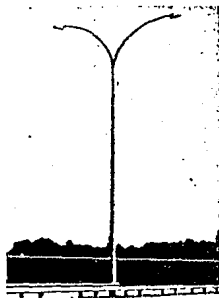
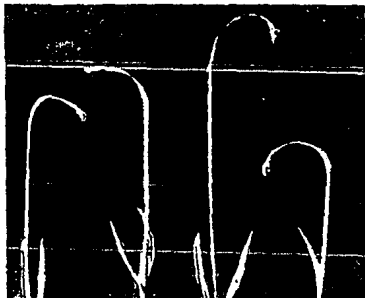
A pesar de que la vaina del chícharo sólo consiste en dos partes puede fácilmente soltar las semillas cuando llega a madurar, girando sus vainas hacia afuera como si fuera una hélice.

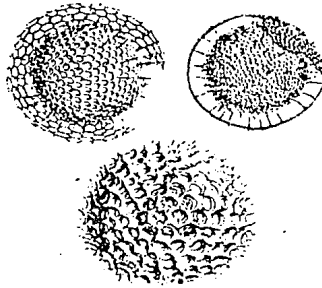


La parte superior de una lavadora, la cual tiene un sistema especial de fuerzas que permiten que el agua jabonosa fluya hacia arriba, dentro de la tubería, que en la tapa posee pequeños orificios que rocían el agua es similar a los que tiene la cápsula de la adormidera dispuestos en jets radiales, los cuales cubren enteramente la superficie presentada por las prendas que van a lavarse. Nótese la similitud de forma entre la zona del rocío de la lavadora y el compartimiento de las semillas de la adormidera.



La elegancia de las espigas de lavanda, con sus inflorescencia de la punta de forma más o menos curveada, pudo haber inspirado a los diseñadores de lámparas fluorescentes que tenemos en las calles.



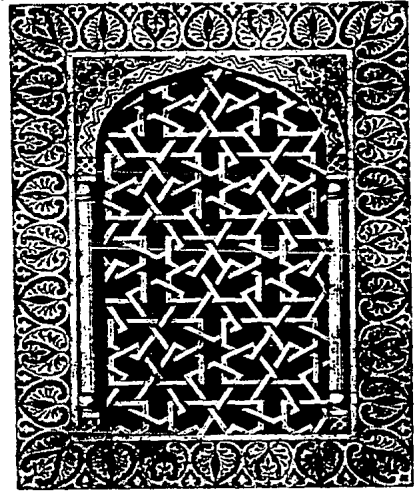


ESQUELETOS DE RADIOLARIOS

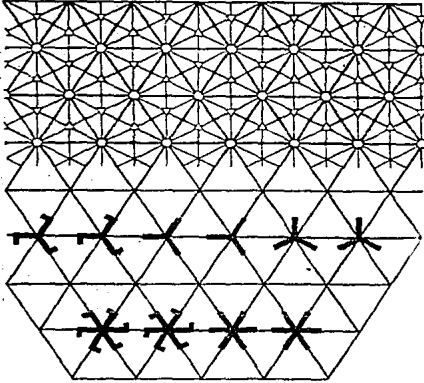
POR ANALOGIA
A UN ESQUELETO
DE RADIOLARIO,
SE PRESENTAN
APLICACIONES
EN EL MUNDO DE
LA MODA
VOGUE (1951)



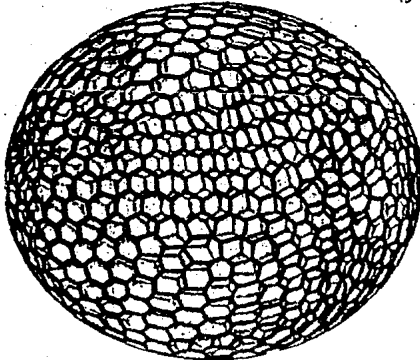
APLICACION EN UN VENTANAL
POR ANALOGIA
A UNA RED HEXAGONAL



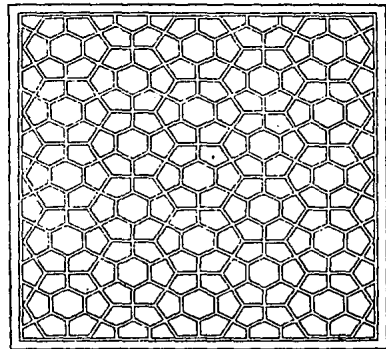
RETICULA HEXAGONAL



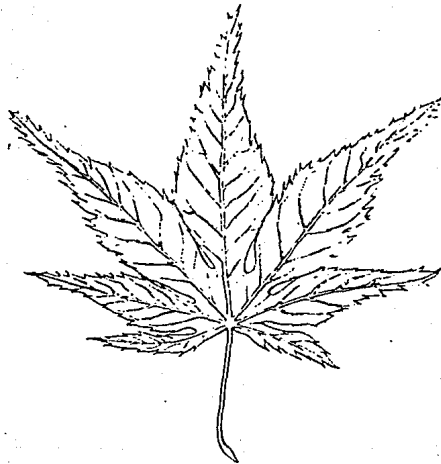
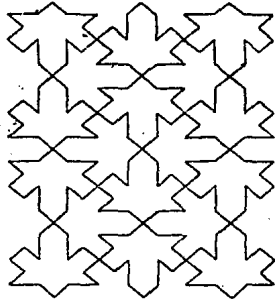
ESQUELETO
DE SILICE DE UN RADIOLARIO



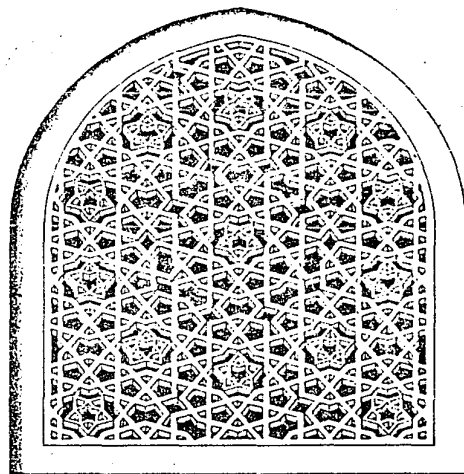
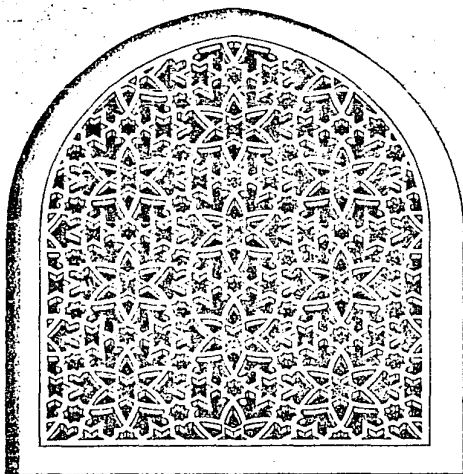
APLICACION EN UN VITRAL
POR ANALOGIA
A UN ESQUELETO DE RADIOLARIO



POR ANALOGIA
A UNA HOJA DE MAPLE, APLICACION
EN UNA RETICULA GEOMETRICA



HOJA DE MAPLE



POR ANALOGIA A UNA RED HEXAGONAL.
APLICACION EN VENTANAS (MOTIVOS CON FLORES HEXAPETALAS)

RESUMEN:**TECNICAS DE REPRESENTACION GRAFICA****Repetición.**

1. La repetición crea la impresión de movimiento medido regular y armónico. Existen diversos tipos de repetición: de figura, de tamaño, de color, de textura, de dirección, de posición o modular.

La repetición también puede estar determinada por líneas de simetría. Alternancia.

2. La alternancia crea la impresión de secuencia rítmica variada, a partir de la repetición alternada de dos o más elementos considerando los diversos tipos de alternancias, se puede hablar de alternancia de posición, tamaño, color, figura y textura.

Superposición.

3. La superposición crea la idea de perspectiva y movimiento, es una forma de composición donde los elementos integrantes de la misma se sobreponen, se enredan, o se entrelazan unos con otros.

Inversión.

4. Invertir es voltear, desplazar un elemento en relación de su posición usual, o revertir las relativas dimensiones. Se usa con el fin de causar efectos inesperados para atraer la atención del que lo percibe. Se considera un elemento poco usual dentro de la composición -- gráfica.

Similitud.

5. Se habla de similitud al decir que dos elementos se parecen entre sí, sin ser idénticos. En física, al mencionar el principio de similitud, nos referimos a las fuerzas que actúan en un sistema para guardar el equilibrio de las dimensiones de los elementos integrantes en relación con el todo formal.

La figura es el elemento principal para establecer una relación de similitud, porque aunque las formas fuesen iguales en tamaño, color y textura, pero diferentes en figura, no podría hablarse de similitud. La similitud puede lograrse por medio de asociación o clasificación de formas de una misma especie, de igual significado, función o tipo, siempre y cuando estén relacionadas entre sí visual y/o psicológica--

mente.

Gradación.

6. Es la forma composicional en donde la estructura se encuentra en secuencia gradual, y las subdivisiones estructurales cambian de tamaño, y/o figura, sistemáticamente. La gradación se da cuando hay un -- cambio de tamaño, de dirección o ambas, o cuando por medio de líneas estructurales se crea un deslizamiento.

Radiación.

7. La radiación se describe como la repetición estructural de módulos que giran alrededor de un centro común. Es un fenómeno común en la naturaleza, al igual que el de la radiación, sus características son que sus elementos son multisimétricos, y que generan la sensación de movimiento desde o hacia su centro.

Existen tres tipos de radiación: centrífuga, centrípeta y concéntrica
Composición Decorativa.

8. Dentro de la composición decorativa intervienen diferentes tipos de trazos que reciben diversos nombres y que han sido usados a lo largo de la historia tanto en arquitectura como en otras áreas de la decoración ornamental.

Los trazos más conocidos y de los cuales se dan algunas definiciones son: arabezcas, foliage, voluta, y tracerías.

Los trabajos donde intervienen los motivos florales pueden ser conocidos con los nombres de: palmeadas, bordes, frisos y bandas.

Composición en la Naturaleza.

La naturaleza es sinónimo de variedad, está organizada en orden, especie, género, clase y familia, que determinan las características específicas de cada individuo como único, que se desarrolla y evoluciona en un constante estado de transformación y movimiento.

Los organismos vivos son similares entre sí; aunque en la naturaleza no existe la simetría absoluta, es posible percibir en ellos composiciones simétricamente relativas.

A través del mundo natural, existe una correspondencia entre forma y función. La forma de un organismo vivo está directamente relacionado a su proceso y condición vital.

Por medio del reconocimiento de la naturaleza, el hombre ha sido ca--

paz de establecer analogías para poder pasar de una forma a otra, o -
de una función a otra, y en consecuencia, transformar una realidad a-
otra realidad, para crear algo nuevo.

TECNICAS DE REPRESENTACION GRAFICA

CITAS BIBLIOGRAFICAS.

1. R. Girard, Color & Composition; p. 89
2. ibid., p. 90
3. ibidem.
4. ibidem.
5. ibidem.
6. W. Wong, Fundamentos de Diseño Bi y Tridimensional; p. 37
7. ibidem.
8. ibid., p. 47, 49
9. ibid., p. 55- 57
10. R. Girard, op. cit., p. 46

8.9 TEXTURA.

La textura es el elemento de comunicación visual que se sirve de las cualidades del sentido del tacto. Podemos apreciarla y reconocerla mediante la vista, el tacto o ambos sentidos. Es posible que una textura no tenga ninguna cualidad óptica, y sólo las tenga ópticas.-

Cuando hay textura real, coexisten las cualidades ópticas y ópticas.

"La textura está relacionada con la composición de una sustancia a través de variaciones diminutas en la superficie del material; la textura debería servir como experiencia sensitiva enriquecedora" ¹

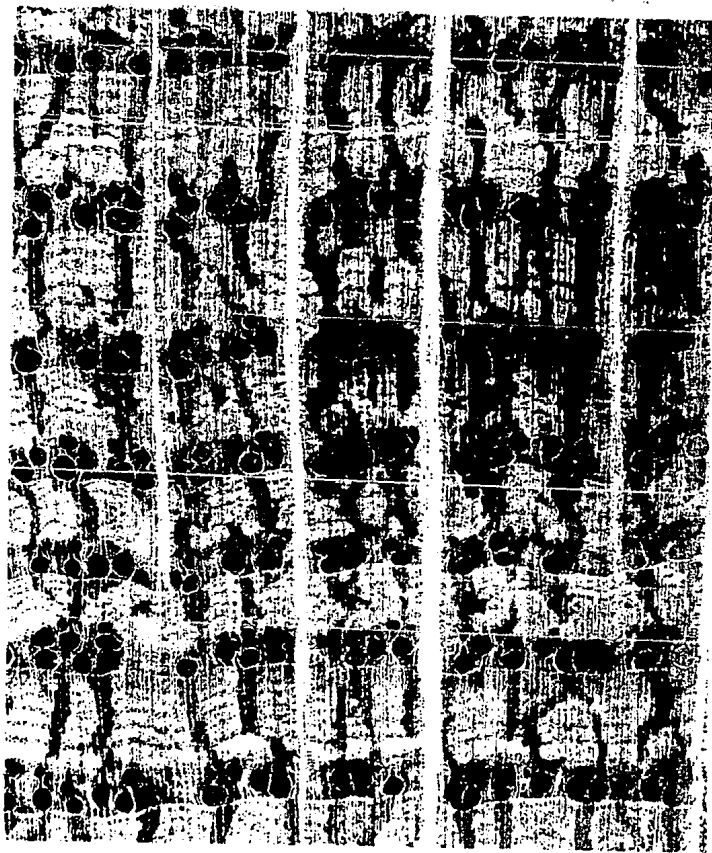
La textura se falsea de un modo muy conveniente, especialmente en materiales impresos, ya sea que estos estén pintados o fotografiados, presentando una textura que no está realmente ahí.

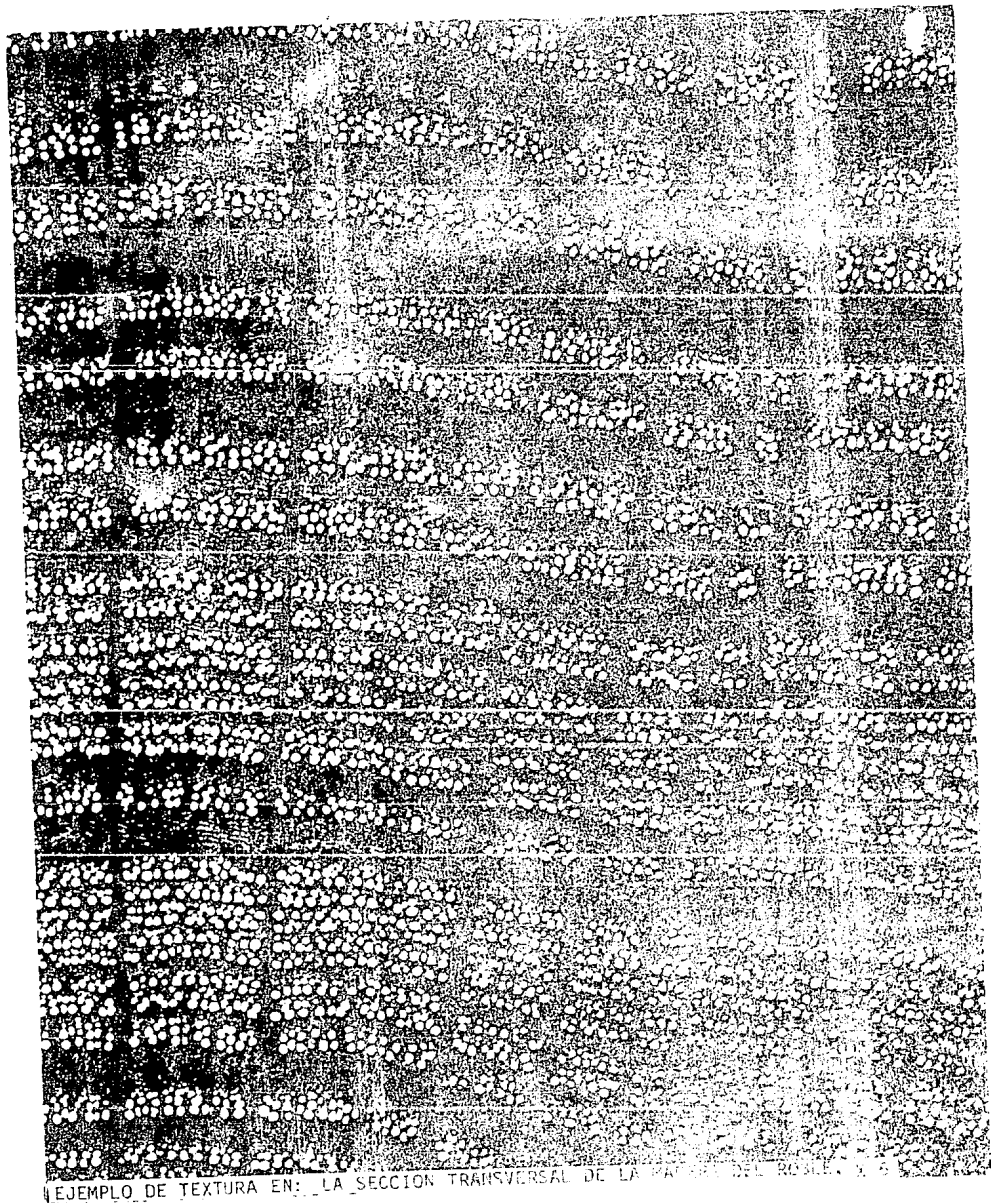
En la naturaleza encontramos una infinita riqueza de texturas, por ejemplo, en la corteza de los árboles, las pieles de los animales, las superficies porosas de las esponjas, los corales, las afelpadas hojas de algunas plantas, etc.

Algunas especies en la naturaleza presentan también la capacidad de falsificación; éste es un factor importante en la supervivencia de un organismo viviente en la naturaleza, esto se conoce con el nombre de mimetismo (Biología).

Mamíferos, pájaros, reptiles, insectos y peces adoptan la coloración y la textura de su entorno como protección contra sus respectivos depredadores. El hombre copia este método de camuflaje en la guerra, (en sus uniformes especialmente), como respuesta a las mismas necesidades de supervivencia que le inspira en la naturaleza.²

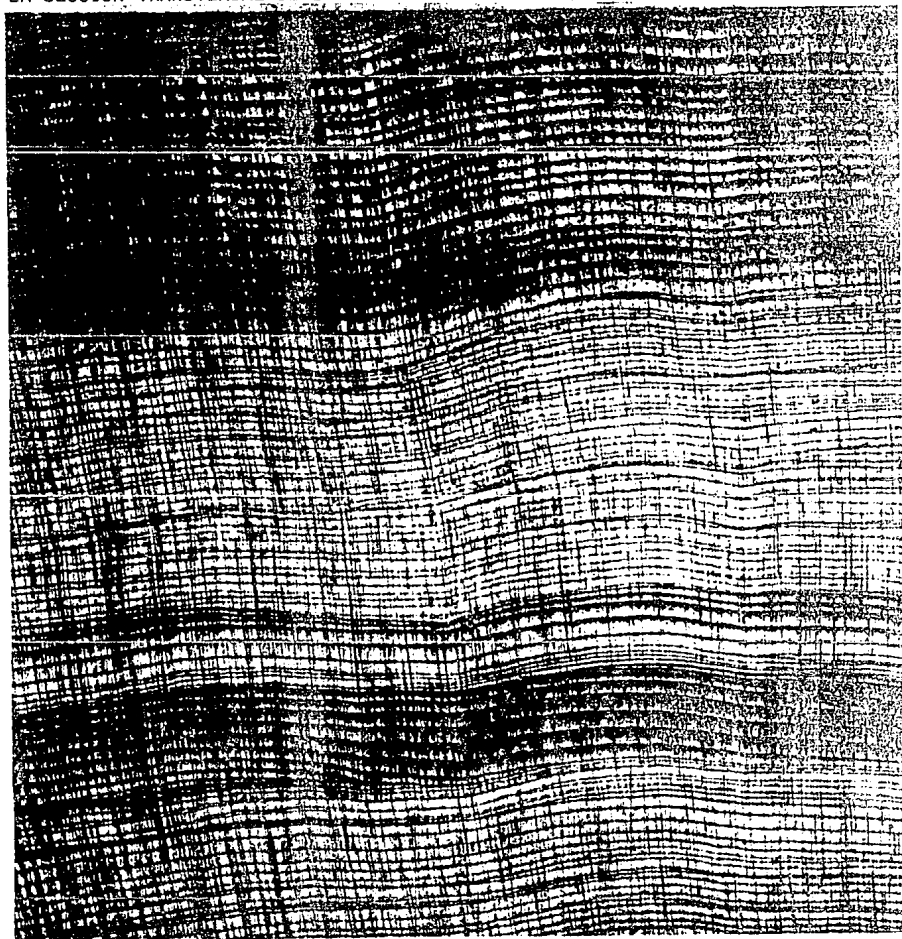
EJEMPLO DE TEXTURA EN:
LA SECCION TRANSVERSAL DE LA MADERA DEL ROBLE BLANCO, X 10

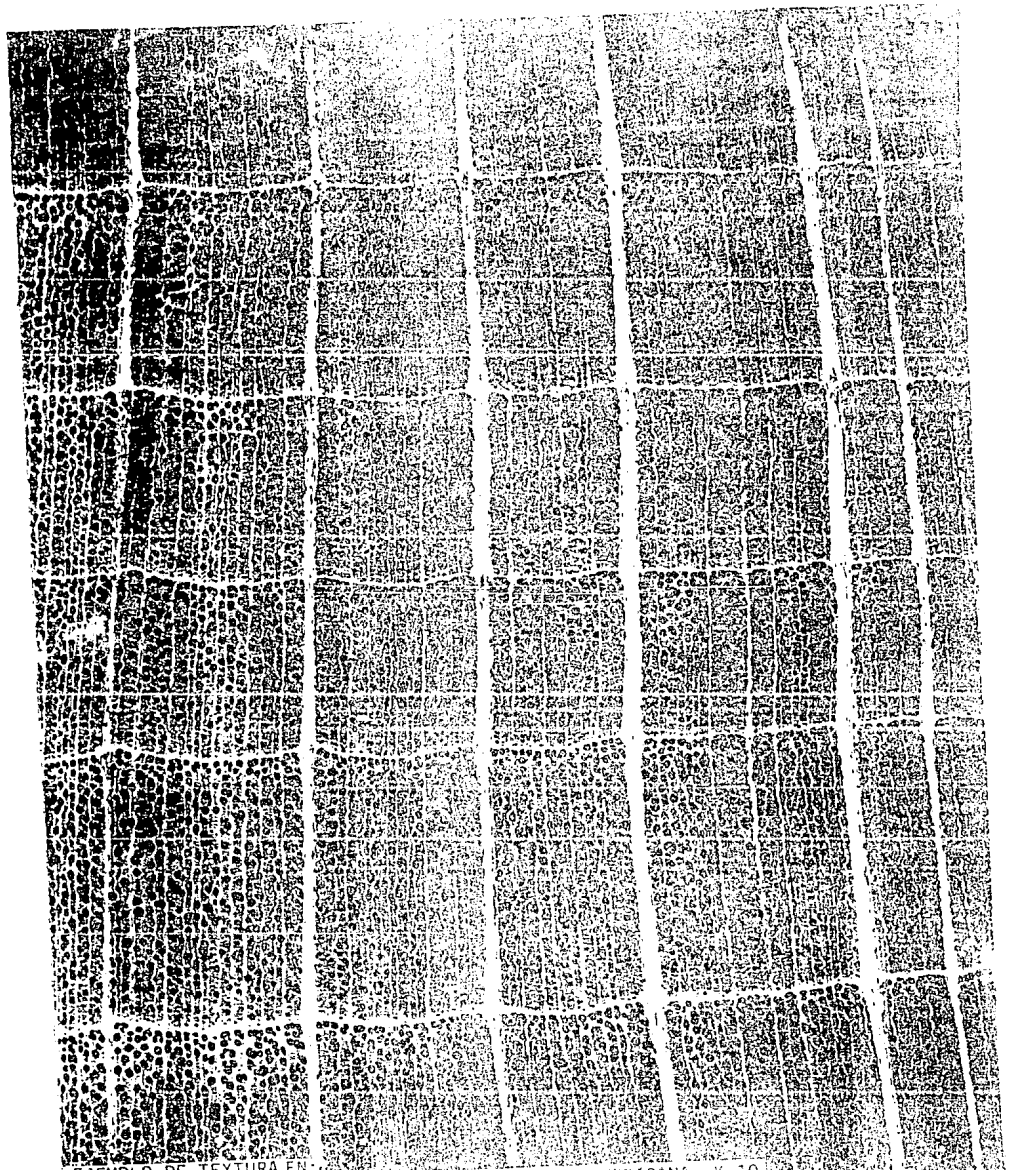




EJEMPLO DE TEXTURA EN LA SECCION TRANSVERSAL DE LA PARED DEL RIVULO.

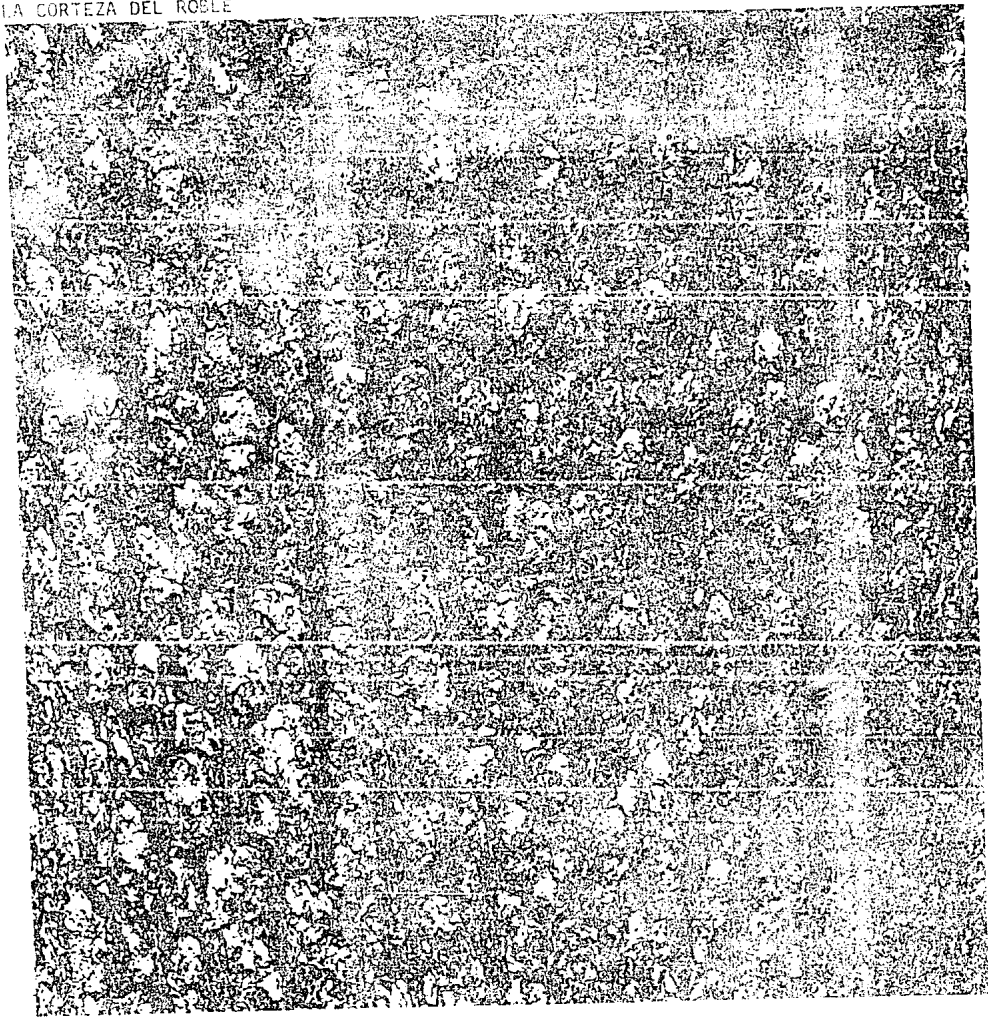
EJEMPLO DE TEXTURA EN:
LA SECCION TRANSVERSAL DE LA MADERA DE LA SÉCOYA, X 5.





EJEMPLO DE TEXTURA EN LA SECCION TRANSVERSAL DE LA MADERA DEL HAYA AMERICANA, X 10

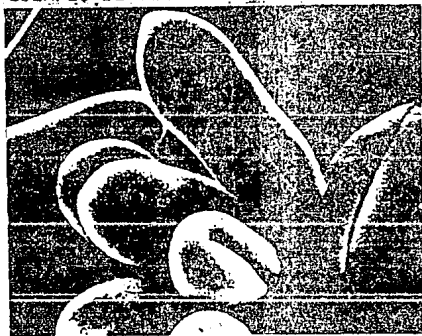
EJEMPLO DE TEXTURA EN:
LA CORTEZA DEL ROBLE



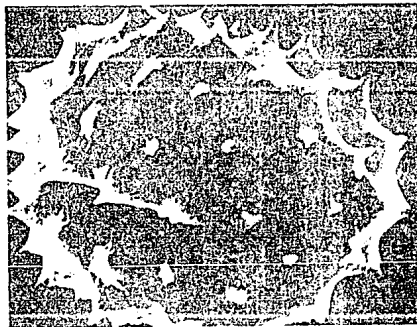
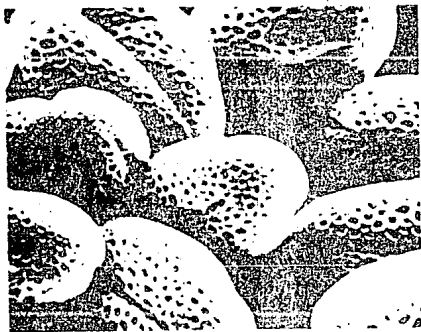
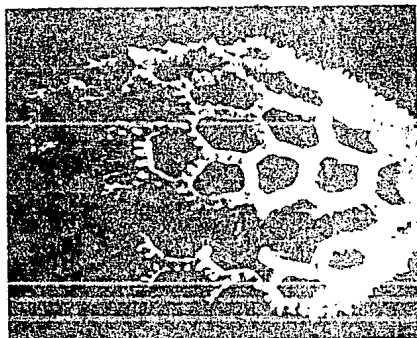
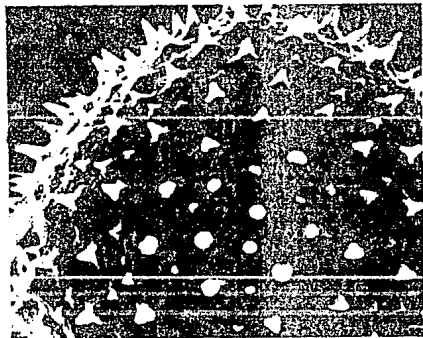
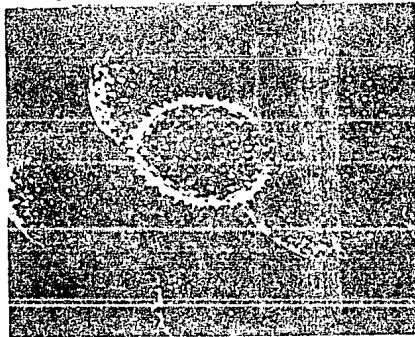
EJEMPLO DE TEXTURA EN:
MADERA EN ESTADO DE DESCOMPOSICION, X 2



EJEMPLO DE TEXTURA EN:

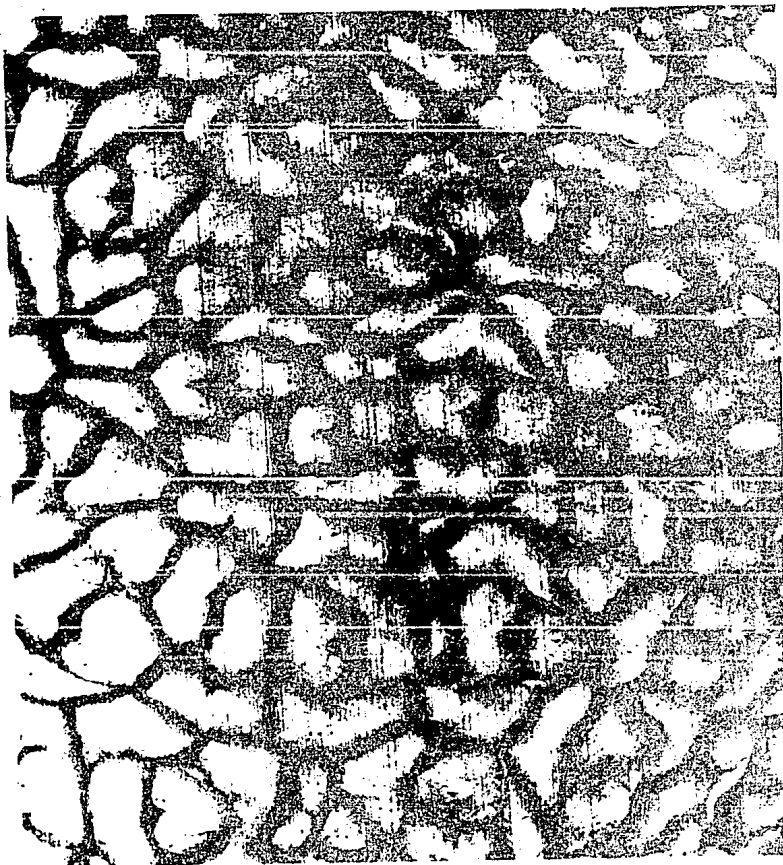


DIVERSOS TIPOS DE POLEN, X 250



EJEMPLO DE TEXTURA EN:

LA CASCARA DE LA NARANJA, X 10



TEXTURA

CITAS BIBLIOGRAFICAS.

1. D. A. Dondis, La Síntesis de la Imagen, 'Introducción al Alfabeto Visual'; p. 70
2. ibid., p. 71

CAPITULO

9**ANALISIS DE
PROBLEMAS ESPECIFICOS**OBJETIVOS

El análisis de problemas específicos tiene como finalidad la comprobación de los planteamientos propuestos por esta tesis, proporcionando una idea clara de los procesos que intervienen en la estructuración y realización de una forma (imagen gráfica).

9.1 TIMBRE POSTAL.

La primera muestra gráfica se realizó con el fin de participar en el Concurso de Timbres Postales convocado por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, con motivo de celebrar el "IX Congreso Forestal Mundial" el cual se realizó en el mes de junio de 1985, en el Auditorio Nacional de esta ciudad.

El estudio del tema 'El Arbol' y/o 'El Bosque' me hizo buscar un espécimen que fuese atractivo visualmente para que pudiera ser representativo de un timbre postal; y logre captar uno de los ejemplos, resultado obtenido de la presente tesis y que estaba de acuerdo con la investigación del caso particular, con las siguientes características: Es la hoja de un arbusto, en la cual se pueden distinguir una estructura cuya base es una red hexagonal, descrita por las nervaduras de la hoja, que se distribuyen simétricamente creando módulos cuyo tamaño y posición varía proporcionalmente en gradación y repetición rítmica. (lámina 1)

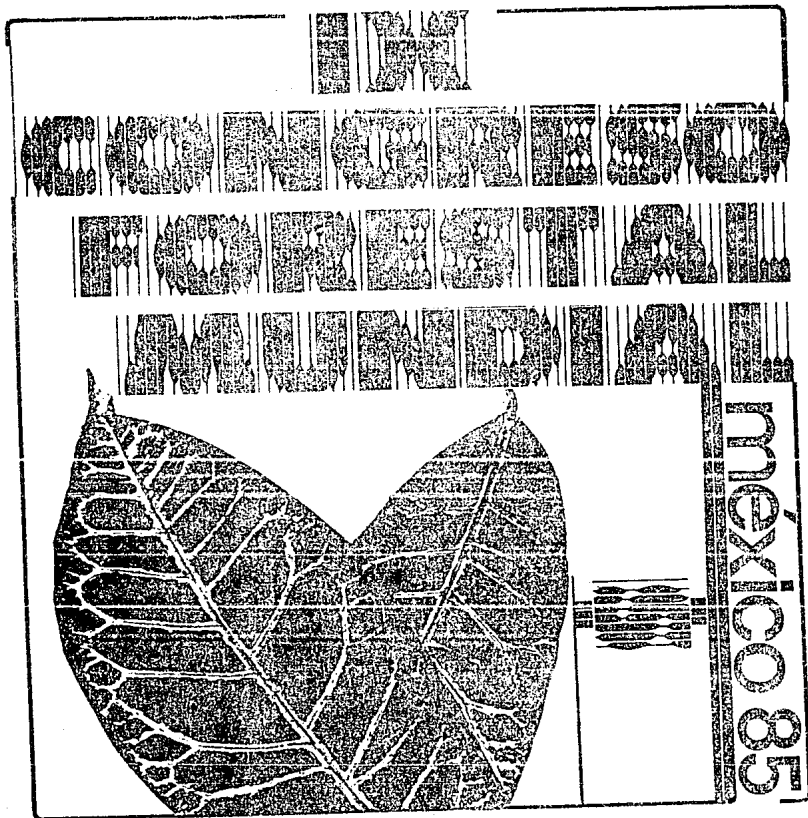
Sus colores perfectamente contrastados y balanceados son verde en el fondo y amarillo en las líneas que dibujan la retícula que cubre toda la forma. Debido a que el amarillo es un color altamente luminoso el contraste de extensión se presenta sobre el fondo verde da como resultado un alto porcentaje de legibilidad y atracción visual para el posible usuario del timbre postal.

La tipografía empleada son letras transferible marca Mecanorma, de la familia 'Lamina Don' de 84 pts., las cuales fueron alineadas al margen derecho de la ilustración y que indican el título IX CONGRESO FORESTAL MUNDIAL. Estas letras sugieren de alguna manera la sensación de textura óptica, que muestran las capas de los tejidos vegetales -- que presentan en su interior, y que son de forma hexagonal alargada -- y refuerzan las características del motivo gráfico. (lámina 2)

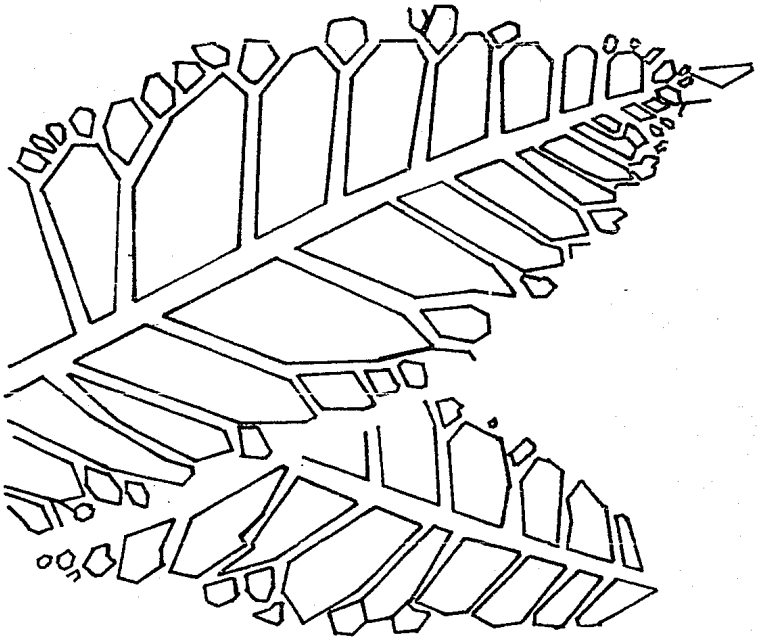
La palabra México 85 está en posición vertical alineado al margen derecho y se usaron para esta palabra las letras transferibles marca Mecanorma de la familia 'Folio medium extended' de 60 pts. (página 385) En la parte inferior se dispuso un espacio con el signo de pesos para designar el posible costo del timbre postal.

El resultado de este concurso sin embargo, fue nulificado debido a - que la Secretaría que emite los timbres postales se nego a aceptar - ninguna imagen que no hubiera sido hecha dentro de sus talleres grá- ficos.

Pero la imagen que presente cumple con los requisitos morfológicos - que surgen a través del estudio de las formas vegetales en un inten- to por lograr el mejor de los resultados de comunicación gráfica.



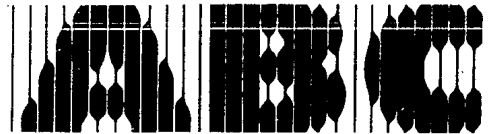
La lámina 1 muestra la retícula hexágona, dibujadas por las venas de la hoja, motivo gráfico del timbre postal.



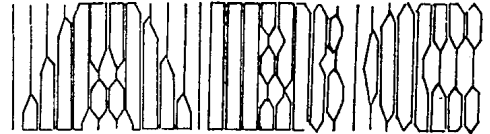
La lámina 2 presenta la tipografía empleada de la familia Lámina don- y el análisis formal de su estructura, que da lugar a hexágonos deformados. (veáse parte inferior de la hoja, derecha) También se presenta la familia tipográfica folio medium extended (veáse parte inferior, izquierda) que también se utilizó.

Lamina don

A B C D E F G
H I J K L M N
O P Q R S U
T V W X Y !
Z Æ Å Ö 1 2
3 4 5 6 7 8 /
9 E ? % & * : ;



271.96.K 27 mm



Folio medium extended

A B C D E F G H I
J K L M N O P Q
R S T U V W X Y
Z a b c d e f g h i j
k l m n o p q r s t
u v w x y z 1 2 3
4 5 6 7 8 9 0 ? ! & * ;

MECANORMA

9.1.1 Cartel; para el Congreso Forestal Mundial.

La muestra gráfica que a continuación se presenta, surgió debido al hecho de que se llevó a cabo un congreso llamado "Congreso Forestal Mundial" con sede en la ciudad de México, el mes de julio de 1985. Con tal efecto se hizo una visita a la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, proponiéndoles la realización de un cartel que -- aludiera al evento, se recopiló la información requerida para el mismo; entre los temas a tratar se resaltaba el de 'el bosque y sus posibilidades como medios de producción para el desarrollo socio-económico del mundo', aspectos de producción, industrialización, uso racional de los bosques, revitalización de zonas áridas, entre otros muchos.

También se llevo a cabo una Exhibición Forestal Internacional, que incluyó, aspectos industriales, el uso de la madera en la construcción, tecnología, artesanías, el proceso 'hagalo usted mismo', y la cultura forestal de los muchos países que participaron en la exhibición.

El IX Congreso Forestal evaluó el progreso hecho en el uso de los recursos forestales, y señaló los problemas que afectan a la existencia y calidad de tales recursos en el mundo entero.

9.1.1.1 Realización del Cartel.

Siguiendo la línea dada por la muestra gráfica anterior (el timbre -- postal) se pensó en que podría ser útil retomar la idea de la reticulación hexágona que se presenta en los tejidos de las plantas y los árboles. [veáse página 389]

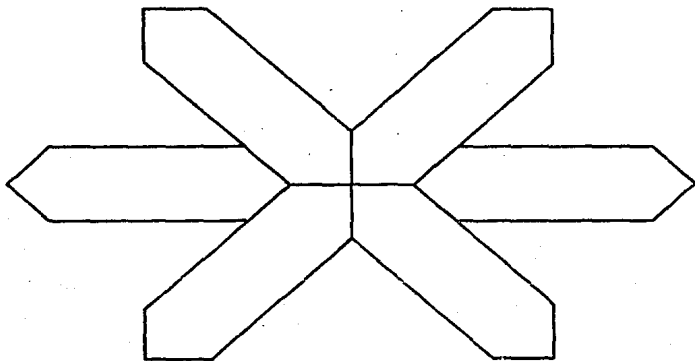
Debido al hecho de que se trataba de un Congreso Internacional, se tenía que crear una imagen que fuese entendida por cualquier persona, -- es decir que fuese una imagen cosmopolita. Así fue como se ilustró el cartel con la copa de un árbol formada por una red hexágona, de módulo repetitivo, la cual tiene la característica de poseer hexágonos -- alargados, y que se tomaron del estudio de investigación anterior. Presenta a su vez, una simetría bilateral.

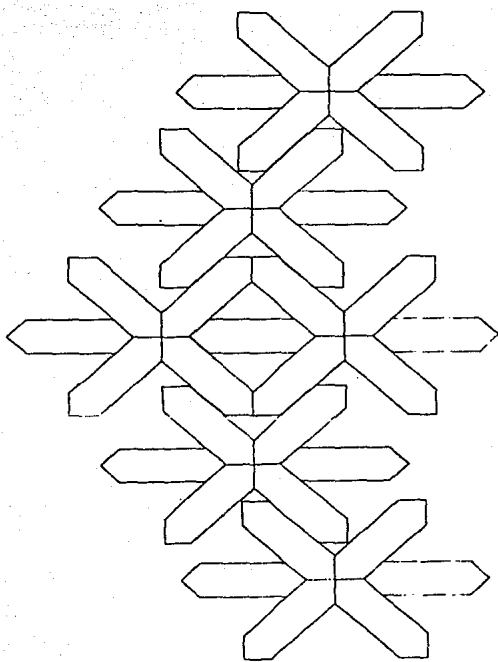
El tipo de letra que se utilizó fue 'Folio medium italic' de 72 y 60-puntos respectivamente para títulos y subtítulos. (mismo tipo de letra que se uso en el ejemplo anterior)

La tipografía se puso en tres idiomas, que debieron diferenciarse con colores distintos, pero que por mi parte sólo realice el original en blanco y negro como me fue requerido.

El tamaño del cartel fue de 40 x 60 cm., en la siguiente página se muestra una reducción de dicho cartel.

No pude comprobar si este cartel se realizó finalmente, pues no se expuso públicamente, al menos en los sitios a los que concurrí, dentro de los círculos en donde se iban a exponer estos carteles, ni tampoco ví algún otro alusivo a dicha exposición.



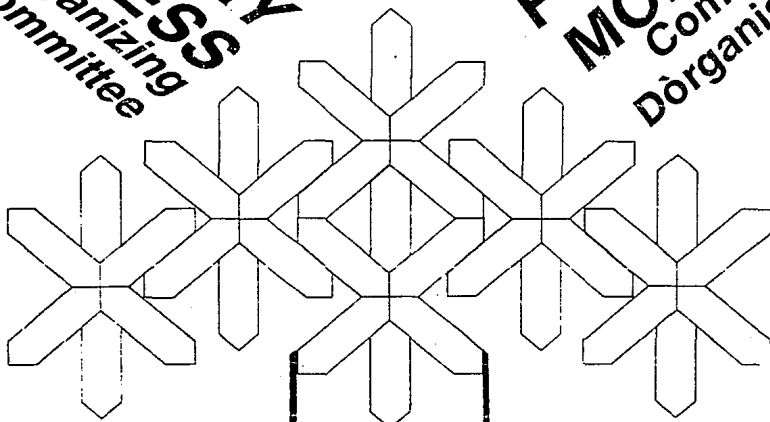


CONGRESO FORESTAL MUNDIAL

Comité Organizador

WORLD
FORESTRY
CONGRESS
Organizing
Committee

CONGRES
FORESTIER
MONDIAL
Comité
D'organisation



ORGANIZING COMMITTEE

"Forest for Life: in the integral development of society"



SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS
SUBSECRETARIA FORESTAL



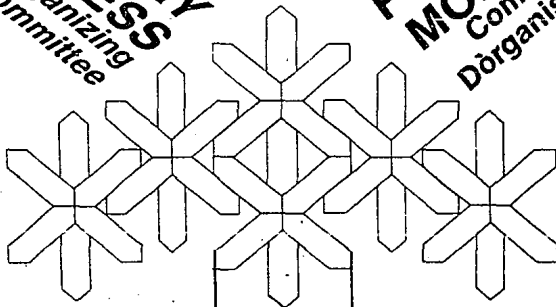
9.1.2 Folleto.

El folleto, en tamaño de 21 x 45 cm. fue un tríptico, del cual sólo se presentó un boceto, en cuya portada aparece la misma imagen gráfica del cartel, y en sus páginas se describió con tipografía simulada las actividades, temas y participantes del congreso. Además se propone la integración de dos mapas que expliquen la localización de los centros de exposición del IX Congreso Forestal Mundial.

**CONGRESO
FORESTAL
MUNDIAL**
Comité Organizador

**WORLD
FORESTRY
CONGRESS**
*Organizing
Committee*

**CONGRES
FORESTIER
MONDIAL**
*Comité
D'organisation*



IX CONGRESO FORESTAL MUNDIAL
MEXICO 1985
ORGANIZING COMMITTEE
"Forest resources in the integral development of society"

PORTADA



SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS
SUBSECRETARIA FORESTAL



WORLD FORESTRY CONGRESS

Organizing Committee

Function

To represent, advise, support, promote and improve . . . To represent internationally the graphic design profession and its associated organizations. To advise, and act, on matters of professional practice, development and coordination. To support all initiatives, international or national, that contribute to a better understanding and use of graphic design and visual communication technology. To promote cooperation and exchange of information between graphic designers, and with related organizations, professions and interest. To improve the theory and practice of graphic design and graphic design training.

Activity

Meetings, projects, commissions, working groups, studies and publications. The work deals, for example, with education, standardization, research, developing countries, signs and symbols, professional practice, competitions and exhibitions. A news bulletin, the magazine *icographic* and professional documents are published and, in association with the International Council of Societies of Industrial Design, *Design Abstracts International* and the *World Design Sources Directory*. The I C 3 D Audio Visual Archive is a unique international collection and source of visual information. I C 3 D has also pioneered international design student projects and organizes an annual student seminar in London. A close working relationship exists with other international bodies and several contracts have been carried out for UNESCO. And an important development in the encouragement of design innovation is the biennial C G D -Philips award.

Congresses and conferences have been held in Bled, Düsseldorf, Edmonton, Eindhoven, Lausanne, London, Paris, Vienna and Zürich. 1978: Chicago Congress on design evaluation. 1980 (May): I C 3 D Latin American regional conference at the Autonomous University of Guadalajara. 1981 (August): Helsinki Congress in association with the International Council of Societies of Industrial Design and the International Federation of Interior Designers — the first interdisciplinary meeting on such a scale. 1983:

Membership

The Member associations are societies of professional graphic designers and organizations concerned with the raising of graphic design standards and/or with the training of designers. Corresponding Members have been appointed in countries where I C 3 D is not yet represented. Special categories of Patron, Sponsor and Subscriber Memberships have been established to enable corporations, institutions, design schools, libraries and individuals to support I C 3 D activities and receive information and advice.

I C 3 D has consultative status with UNESCO and the Council of Europe and full liaison status with a number of ISO Technical Committees.

CONGRESO FORESTAL MUNDIAL

Comité
Organizador

Ihre Aufgaben

Die C. G. D. vertritt, berät, unterstützt, fördert und bemüht sich zu verbessern. . . .
Sie vertritt weltweit den Beruf des grafischen Gestalters und die ihr angeschlossenen Gestalterverbände. Sie berät in Fragen und Problemen im Zusammenhang mit grafischer Gestaltung, Entwicklung und Koordination. Sie unterstützt internationale und nationale Aktivitäten, die zu einem besseren Verständnis von grafischer Gestaltung und Techniken visueller Kommunikation dienen. Sie fördert Zusammenarbeit und Informationsaustausch sowohl zwischen den grafischen Gestaltern wie auch mit Organisationen verwandter Berufe. Sie bemüht sich, die Ausbildung des grafischen Gestalters in theoretischer und in praktischer Hinsicht zu verbessern.

Ihre Aktivitäten

Die C. G. D. veranstaltet Kongresse, bildet Arbeitsgruppen, erarbeitet Projekte, führt Studien durch und gibt Publikationen heraus. Ihr Tätigkeitsfeld umfaßt Ausbildung, Erziehung, Normierung, Forschung, Entwicklungsländer, Zeichnen und Symbole, Berufspraktiken, Wettbewerbe, Ausstellungen. Sie gibt das Informationsbulletin "IC' G' PH D" sowie andere berufsbezogene Dokumentationen heraus. Ferner, zusammen mit dem International Council of Societies of Industrial Design: "Design Abstracts International" und "World Design Sources Directory". Das audiovisuelle Archiv der C. G. D. ist eine einzigartige, internationale Sammlung visueller Informationen. Die C. G. D. veranstaltet auch wegweisende, internationale Projektwettbewerbe für Studenten und organisiert jährlich ein Seminar für Studenten in London. Sie arbeitet eng mit internationalen Organisationen zusammen und hat schon mehrere Aufträge der UNESCO ausführen können. Eine wichtige Stütze und Förderung neuer Ideen und Wege visueller Kommunikation bildet der PHILIPS-Preis, der alle zwei Jahre verliehen wird.

Kongresse und Konferenzen fanden statt in Bied, Düsseldorf, Edmonton, Eindhoven, Lausanne, London, Paris, Wien und Zürich. 1978: Chicago-Kongress zum Thema "Standortbestimmung der visuellen Kommunikation". 1980 (Mai): Lateinamerikanisches Treffen in der Universität von Guadalajara. 1981 (August): Gemeinsamer Kongress in Helsinki von C. G. D. (Industrial Designers) und IFI (Innenarchitekten) — erstes interdisziplinäres Treffen dieser Art auf internationaler Ebene. 1983:

Ihre Mitglieder

Mitglieder der C. G. D. sind Gestalterverbände und Organisationen aus dem Bereich der visuellen Kommunikation. In Ländern, in denen die C. G. D. noch nicht durch einen Berufsverband vertreten ist, unterhält sie Kontakt zu "korrespondierenden Mitgliedern". Spezielle Mitgliederkategorien (Förderer, Gönner) ermöglichen berufsverwandten Organisationen, Schulen für Gestaltung, Bibliotheken und Einzelpersonen einerseits die C. G. D. in ihren Aktivitäten zu unterstützen, andererseits Informationen und Ratschläge von dieser zu erhalten.

Die C. G. D. besitzt den Status B (beratendes Mitglied) als Mitgliederorganisation der UNESCO und des Europarates und ist Vollmitglied einer Anzahl von Technischen Kommissionen der ISO (International Standardization Organization).

CONGRES FORESTIER MONDIAL

Comité
D'organisation

Fonction

Représenter, conseiller, soutenir, promouvoir et améliorer . Représenter au niveau international la profession du design graphique et ses organisations associées. Conseiller et agir, dans les questions de pratique, de développement et de coordination professionnels. Soutenir toutes initiatives, internationales ou nationales, qui contribuent à une meilleure compréhension et utilisation du design graphique et de la technologie de la communication visuelle. Promouvoir la coopération et l'échange des informations entre les designers graphiques, et avec les organisations, les professions et les intérêts de domaines connexes. Améliorer la théorie et la pratique du design graphique et de son enseignement.

Activité

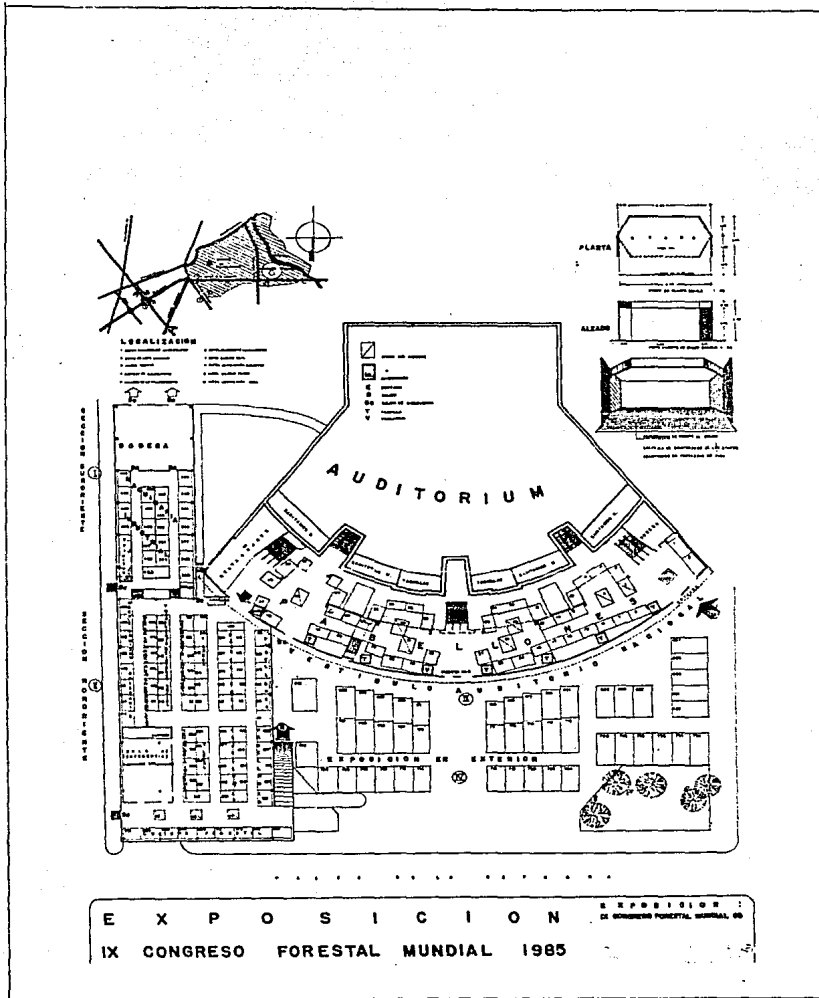
Réunions, projets, commissions, groupes de travail, études et publications. Le travail traite, par exemple, de l'éducation, la normalisation, la recherche, les pays en voie de développement, les signes et symboles, la pratique professionnelle, les concours et les expositions. Un bulletin d'information, la revue *icographic* et des documents professionnels sont publiés et, en association avec le Conseil International des Sociétés de Design Industriel, *Design Abstracts International* et le *Répertoire des Sources d'Information en Design*. Les Archives Audio-Visuelles d'ICGD représentent une source unique d'information visuelle internationale. ICGD a également fait oeuvre de pionnier avec des projets internationaux pour étudiants et il organise un séminaire annuel pour étudiants à Londres. D'étroits rapports de travail existent avec d'autres organisations internationales et plusieurs contrats ont été entrepris pour l'UNESCO. Et le prix biennal JAC Philips présente une avance importante dans la promotion de l'innovation dans le design.

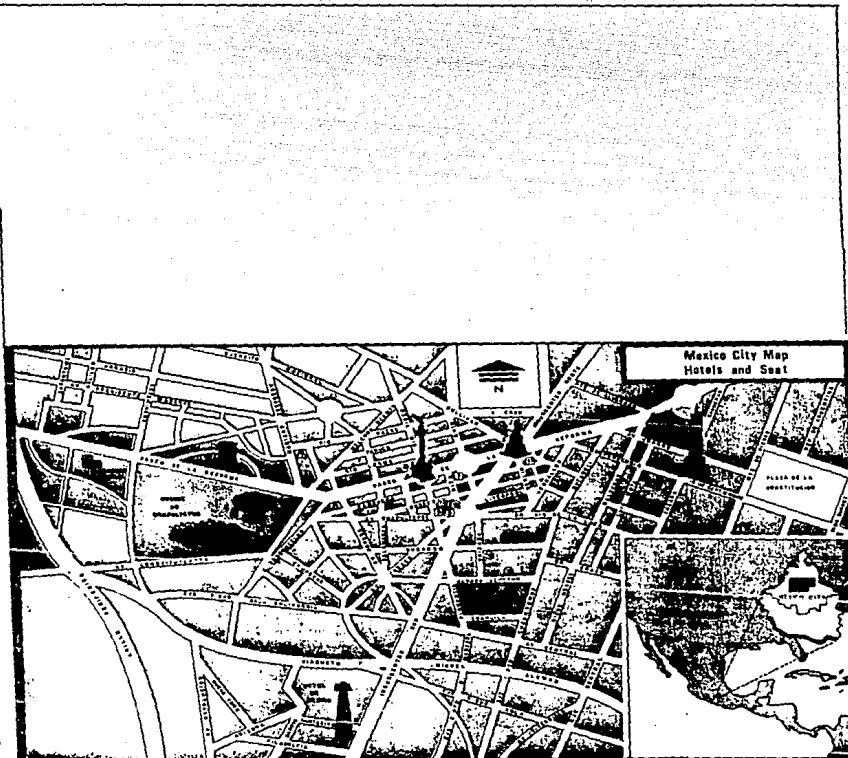
Des congrès et des conférences ont eu lieu à Bled, Düsseldorf, Edmonton, Eindhoven, Lausanne, Londres, Paris, Vienne et Zurich 1978; Congrès de Chicago sur l'évaluation du design. 1980 (Mai); conférence régionale OEA d'Amérique Latine à l'Université Autonome de Guadalajara (Mexique). 1981 (Août): Congrès d'Helsinki en association avec ICSID (design industriel) et IFI (architecture d'intérieur) — la première rencontre interdisciplinaire à cette échelle. 1983.

Membres

Les Associations Membres sont les sociétés de designers graphiques professionnels et les organisations s'occupant de la promotion du design graphique et/ou de la formation de designers. Des Membres Correspondants sont nommés pour les pays où l'ICGRADA n'est pas encore représenté. Des catégories spéciales de membres ont été créées pour permettre aux sociétés, institutions, écoles de design, bibliothèques et individus de soutenir les activités d'ICGD et de recevoir des informations et des conseils.

ICGD jouit d'un statut consultatif auprès de l'UNESCO et du Conseil de l'Europe et est en liaison entière avec plusieurs Comités Techniques de l'ISO.





Mexico City Map
Hotels and Seat

- 1 CAMINO REAL
- 2 PRESIDENCIO CHAPULTEPEC HZ
- 3 MARSH ISABEL SALERION HT
- 4 GALERIA PLAZA
- 5 FLEETA PALACE

- 6 DEL PRADO HS
- 7 ASISTOS
- 8 KRISTAL
- 9 CENTURY
- 10 CALINDA
- 11 CONTINENTAL
- 12 ALONDRA
- 13 FLORENCIA

- 14 WENDWOOD
- 15 BRISTOL
- 16 LISBOL
- 17 CALIFORNIA
- 18 ENSEÑADA
- 19 ROYAL BL

CONGRESS SEAT

MEXICO CONVENTION AND
CONGRESSES CENTER
(Hotel de México)

INTERNATIONAL EXPOFORESTRY
SEAT

BUILDING AND MONUMENTS

- A Anthropology Museum
- B Chapultepec Castle
- C Modern Art Museum
- D Independence Monument
- E Cuauhtemoc Monument
- F Palace of Fine Arts
- G Latinamerican Tower

CONTRAPORTADA

9.2 ROMPECABEZAS

La segunda muestra es la propuesta de un rompecabezas que ilustra las capas de los tejidos de las hojas de una planta y que podría formar parte de los nuevos juegos educativos que están saliendo al mercado como un intento de mejorar la educación de primaria con métodos gráficos de mucha más fácil comprensión para el alumno.

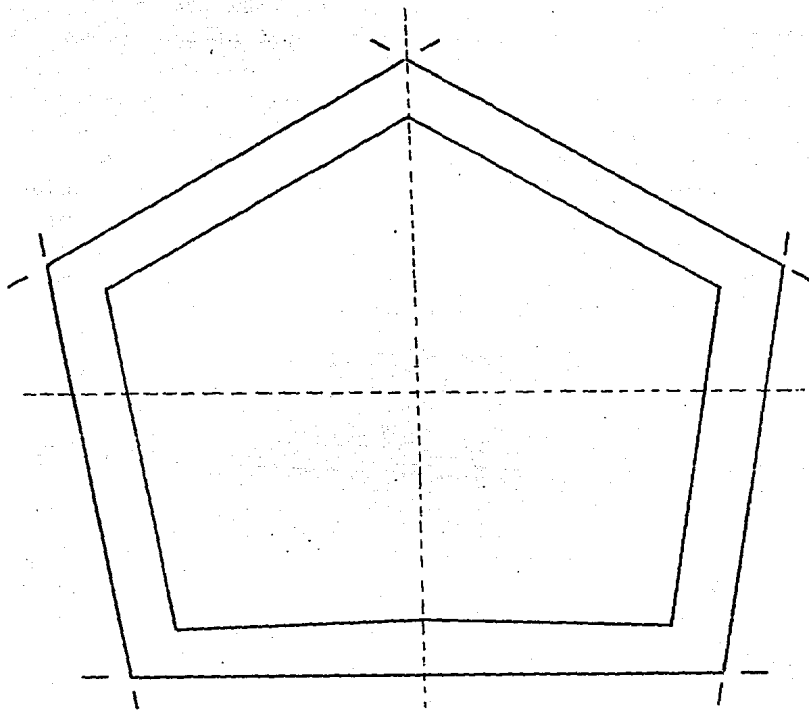
En este ejemplo se determina el marco de referencia (lámina 1). Simétricamente modulada.

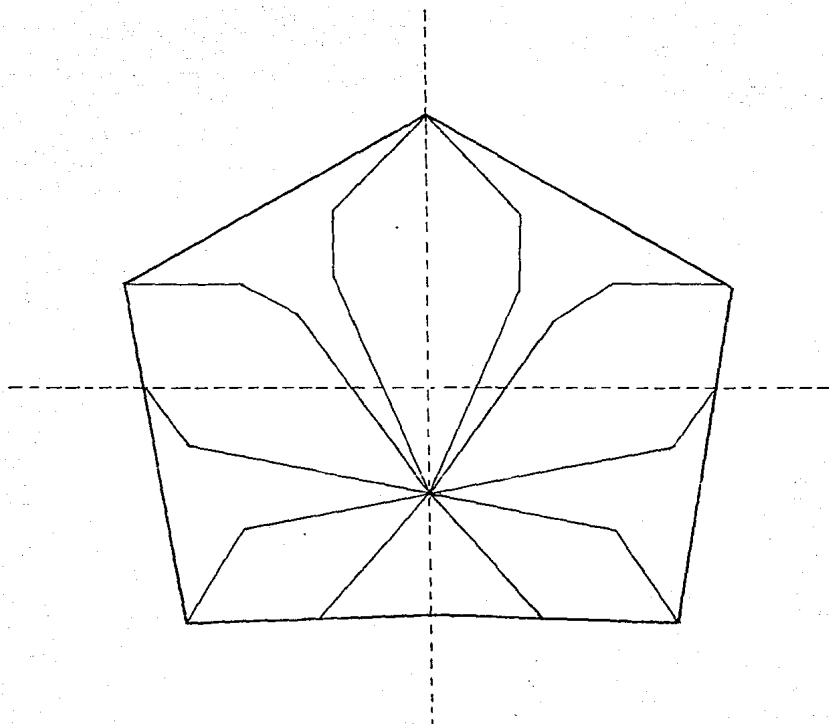
En la lámina 2 se dibuja la hoja geometrizada, con sus ejes de simetría, y enmarcado en un pentágono.

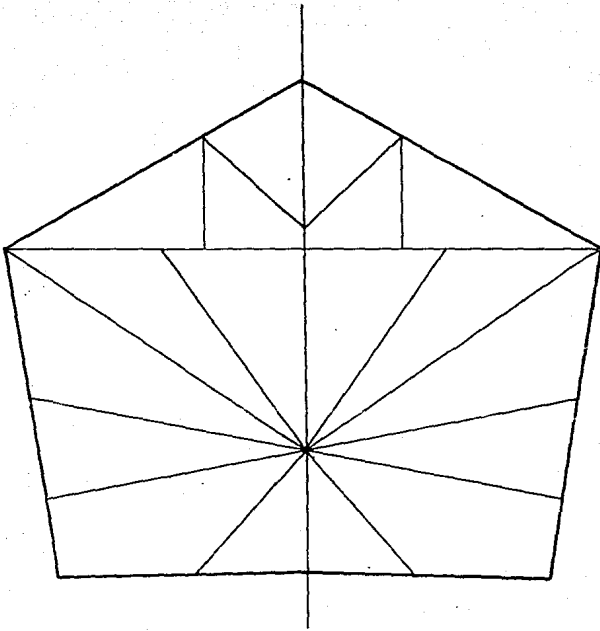
La lámina 3 muestra las divisiones que dan lugar al rompecabezas, las figuras que se presentan aquí son triángulos de diversas clases simétricamente opuestos.

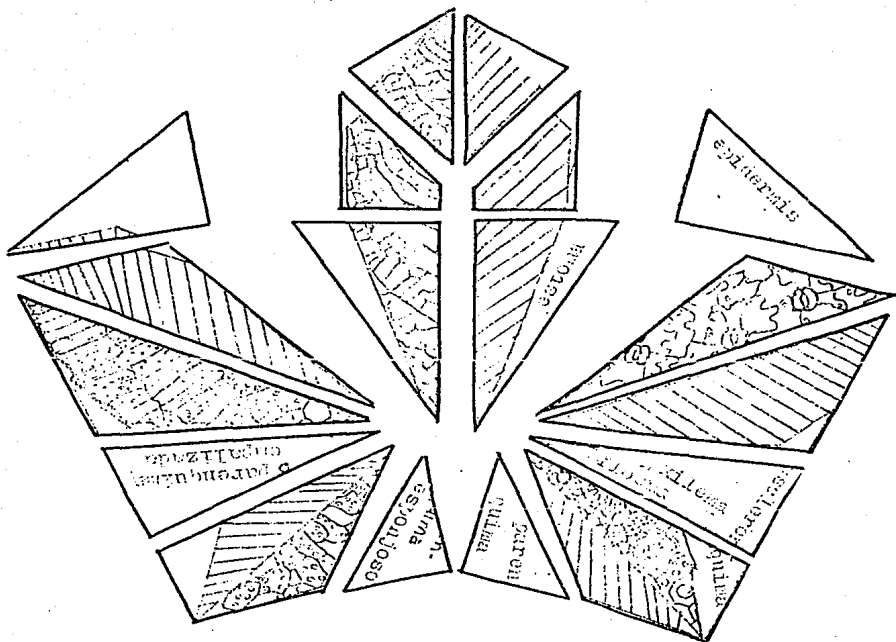
La lámina 4 muestra la separación de los triángulos, y los tejidos de la hoja, que son de distintas formas según las capas de la misma.

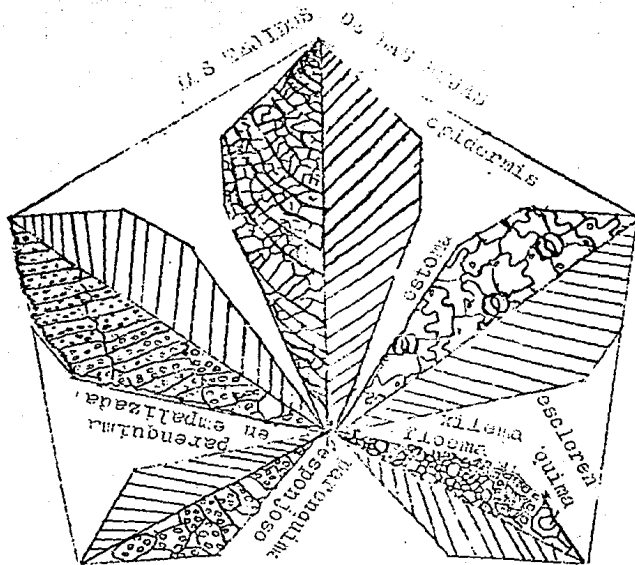
La lámina 5 comprende la ilustración del rompecabezas.











9.3 CENTRO DE UNA MARGARITA.

Esta muestra es la representación del centro de una margarita mediante el cual podemos descubrir que su estructura se da a partir de las espirales logarítmicas que originan el movimiento rítmico, armónico y proporcional de esta imagen.

Según la concepción matemática, las leyes de movimiento y de crecimiento uniforme por expansión, 'alrededor de un punto hipotético central el movimiento se interpreta por medio de un sistema de intersección de curvas espirales en términos del número de curvaturas radiando en cada dirección', y éstos números siempre ocurrirán en las series de Fibonacci, que para el caso particular de la margarita es la fracción $21/34$.

La interpretación de lo anteriormente expuesto se puede visualizar si se observa el diagrama, en donde 8 curvas giran en un sentido mientras que al mismo tiempo y en sentido opuesto 5 curvas espirales están girando a partir de un punto central. (lámina 2)

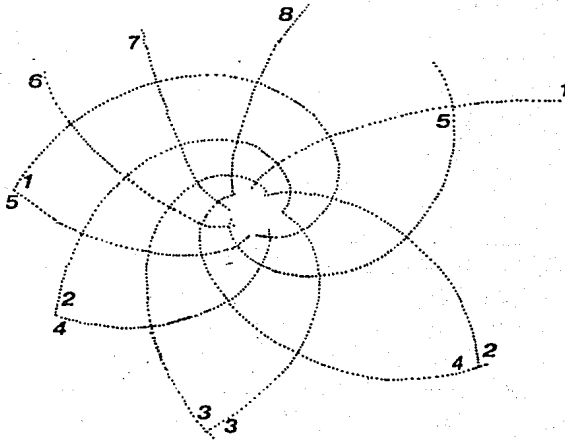
La espiral logarítmica al estar relacionada con la serie de Fibonacci tiene afinidad por lo tanto con la sección áurea, que le da su proporcionalidad. Un ejemplo de esto ocurre en otra muestra que se presenta en la lámina 3 que es la de un billete holandés en el cual en la parte posterior se encuentra la imagen de un girasol, con las peculiaridades de la flor de la margarita arriba expuestas, y que paralelamente sirve como afirmación funcional de diseño gráfico. En la parte anterior relaciona las espirales logarítmicas con la sección áurea, mediante un hexágono, el cual presenta una división de rectángulos áureos en el área comprendida dentro de su perímetro. Sus colores son cálidos (amarillo, naranja, verde-olivo, ocre y violeta pálido), lo que le brinda un aspecto llamativo.

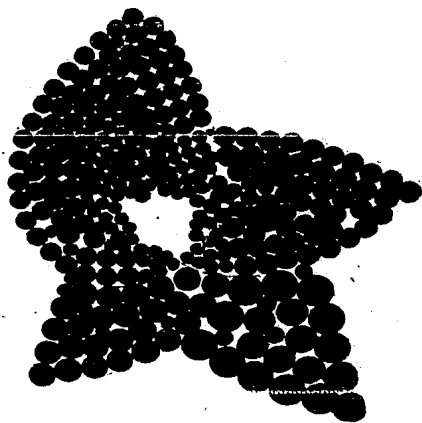
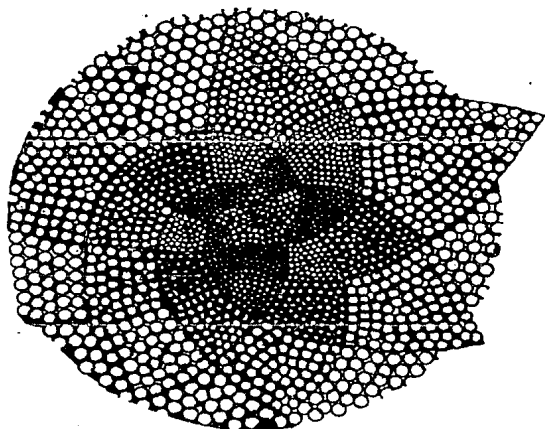
La lámina 2a muestra el esquema geométrico-gráfico obtenido del estudio del centro de la flor de una margarita.

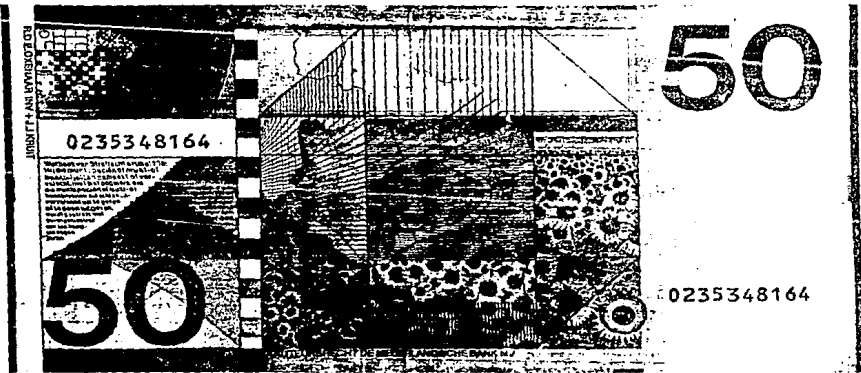
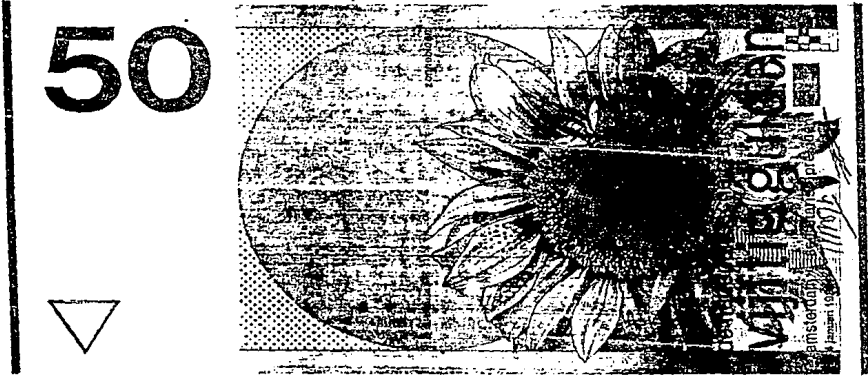
También podemos decir que es un buen ejemplo de similitud y que su riqueza de textura óptica sirve de inspiración para muchos otros objetos.

En la lámina 2b se observa así mismo la modulación que se logra a tra

de los pequeños círculos repetitivos crecientes y en gradación, radiación centrífuga y concéntrica que dan origen a esta imagen gráfica.







9.4 FRUTOS.

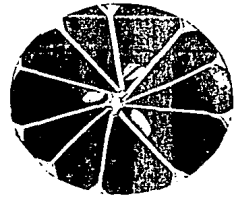
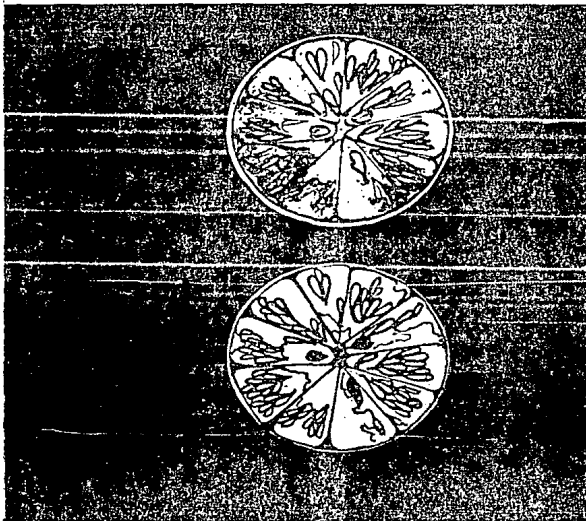
9.4.1 El Limón.

El corte transversal de un limón muestra una estructura radiada centrífuga cuyos radios van desde el centro al diámetro de la circunferencia que enmarca una serie de módulos en similitud, en el interior de los cuales se observa una superficie que presenta la superposición de submódulos entrelazados formando una cadencia rítmicamente armónica y que nos brinda una textura óptica. (lámina 1)

Muestras como las que aquí presento son usadas en la industria textil en el estampado de telas, o bien como grafismos en la impresión de un empaque de algún producto cítrico, o el envase del mismo.

En la misma muestra gráfica también podemos observar la composición que se logra a través del contraste figura-fondo, que son elementos de composición gráfica que resaltan las características de la forma, y sirven para crear un efecto dinámico que tiene alto poder de atracción visual.

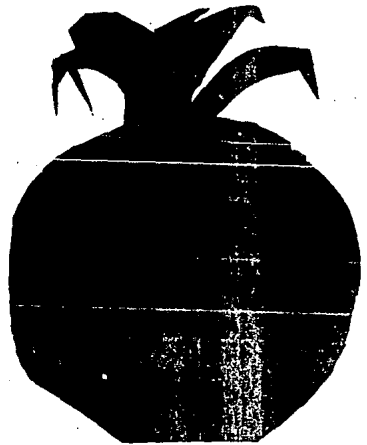
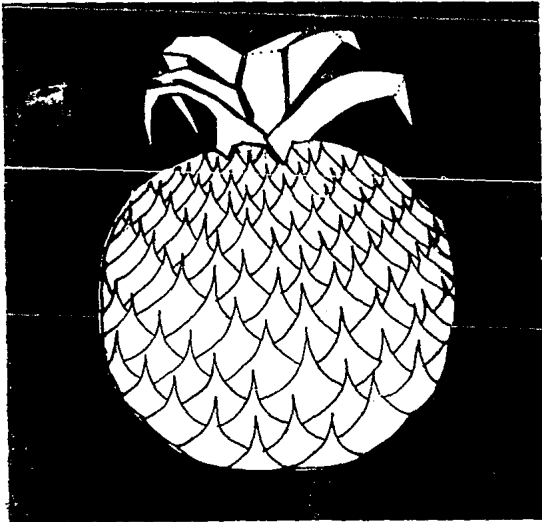
lámina 1.

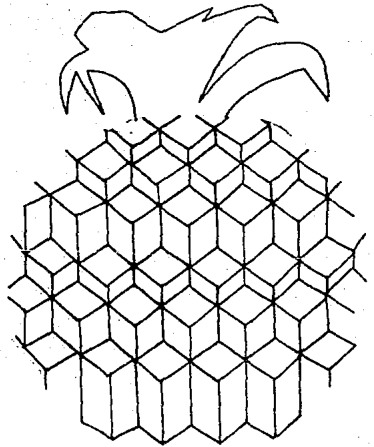
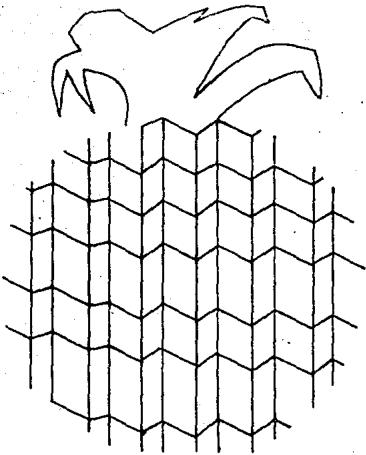
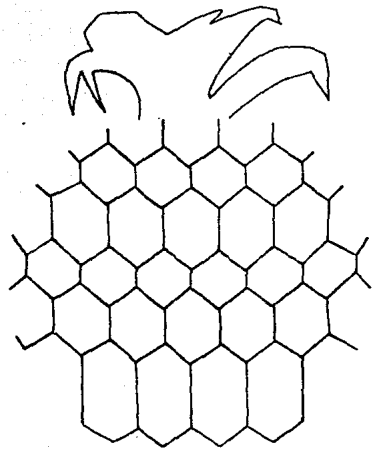
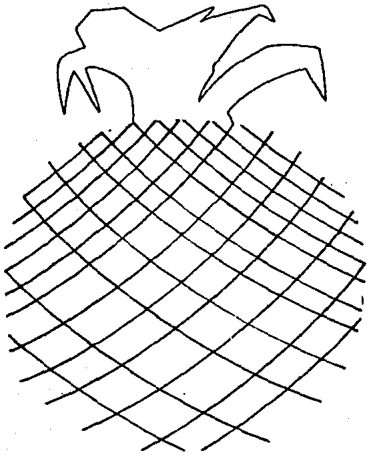


9.4.2 La Piña.

Estudiando la capa de recubrimiento de una piña podemos observar que su aspecto exterior sigue un procedimiento estructural reticular hexagonal, cuyos módulos se encuentran en deformación por alargamiento, también posee una secuencia rítmica armónica de crecimiento repetitivo y que según expertos puede calcularse una serie matemática que coincide con los números $5/8$ y $8/13$ que son pares de cuervas espirales logarítmicas que forman parte de la serie fraccionaria de Zeysing cuyo resultado nos acerca a la proporción áurea. (lámina 1)

En la lámina 2 a, b y c se muestran las redes a que da lugar la lámina 1.







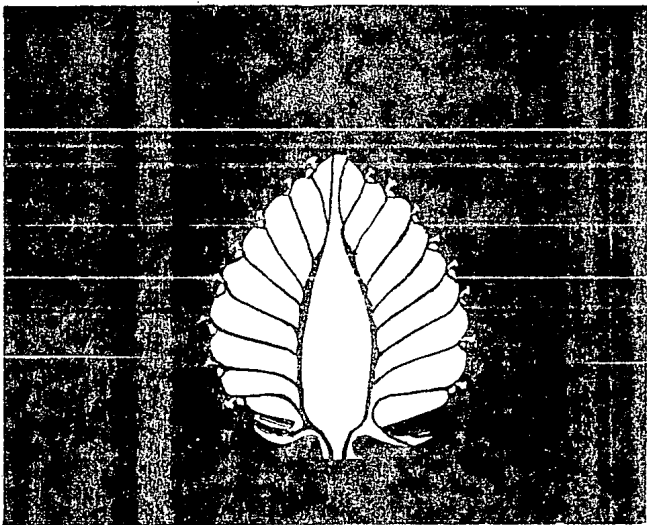
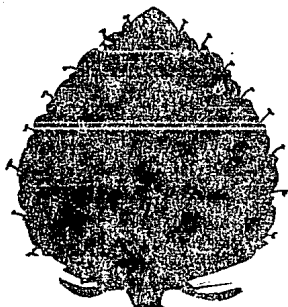
9.4.3 La Fresa.

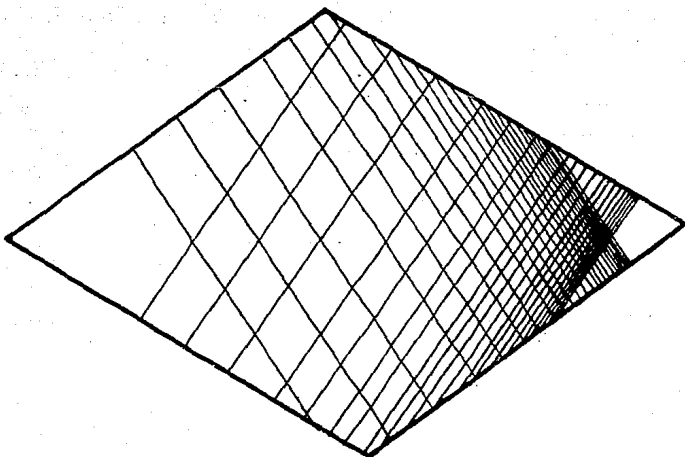
El corte transversal de la fresa cuya estructura se manifiesta en simetría bilateral, en donde los módulos se disponen circundando un eje de rotación confiriéndole un aspecto que nos brinda la sensación de movimiento rítmico en radiación y gradación. (lámina 1)

La lámina 2 muestra la imagen gráfica de la capa exterior de una fresa, esta contiene una serie repetitiva de pequeños módulos o puntos de similitud que se distribuyen en una estructura imaginaria rómbica-armónicamente y en gradación rítmica dispuestos de acuerdo a una simetría homeométrica rotacional.

La parte inferior de la figura de la fresa muestra una concentración modular.

En el caso particular de la fresa cuando hablamos del color encontramos que se trata del contraste de colores complementarios, y cuya intensidad lumínica de valor idéntico, le confiere al órgano visual del espectador un gran impacto armónicamente balanceado.





9.4.4 El Embalaje de los Frutos.

Ahora bien, una vez que he mencionado las características de composición gráfica de las anteriores muestras frutales, sería interesante - tocar el hecho de que la mayoría de las frutas están envueltas por un embalaje bien determinado, y dependiendo del fruto que se trate, así será su consistencia, forma y color. (ver el fruto en el capítulo de botánica)

Pero que la gran mayoría de estos empaques, tiene una característica común y es la de la protección, y porque no por así decirlo la de un vendedor silencioso del producto; por medio del color externo que presenta y los aspectos de atracción visual que emiten hacia el consumidor.

Hablemos de los casos anteriormente citados:

9.4.4.1 El Limón.

Así como la mayor parte de los frutos cítricos (naranja, toronja, lima, etc.) poseen una cualidad especial al hablar de su empaque, por ejemplo su forma esférica, óptimamente versátil para su transporte, - es además notable por su resistencia exterior, pero con una capa acoginada de color blanco, que amortigua y acaricia a los finos gajos -- que contienen el jugo. Estos gajos a su vez están protegidos por una fina película que los une pegándolos delicadamente y guardándoles de las fricciones para evitar que salga su contenido.

La forma de los gajos está diseñada de tal manera que son fácilmente manejables por las manos del consumidor, en ocasiones como es el caso de la naranja, está casi perfectamente pensado para que su diseño encuanto a su forma, sea óptimo para el tamaño y modelo de la boca humana.

Los colores externos de estos empaques son cálidos, y de matiz puro, - e invitan al consumidor a sentir cuando están maduros que sus glándulas salivales se activen con el sólo hecho de mirarlas.

El color del empaque frutal tiene varias funciones: éstas son el hecho de que el consumidor sepa cuando es tiempo de consumirlas; otra es la atracción de los insectos, y por último cuando hablamos del color en relación al diseño gráfico sirve para la atracción visual.

Otra característica importante es que cada fruto brinda al consumidor

la oportunidad de obtener su propia producción, ya que dentro de el mismo fruto, trae las semillas de la planta que le dió origen, y que por consiguiente, enmarca la manera desinteresada por parte de la naturaleza de promover sus propios productos, al crear por medio de estas semillas nuevas plantas y frutos, es decir nuevos productos.

Todos estos aspectos anteriormente citados nos dan a pensar que existe una relación incomparable entre función- forma y consumo.

Aspectos que pueden ser de gran utilidad para un diseñador gráfico, en el momento que decida enfrentar un problema de empaque y que lo lleve a investigar todos aquellos puntos que lo acerquen de alguna manera al análisis de la forma para encontrar el equilibrio entre la forma- función, y lo más importante, el consumo.

9.4.4.2 Piña.

Presenta una capa gruesa y dura que cubre y protege la pulpa interior, las hojas que tiene en su extremo superior, tienen dos funciones: podrían ser útiles para su transporte como si fueran una manija o asa; su otra función es la de evitar la salida del jugo del fruto, cuando a sido cortada, tiene la función propia como la de una válvula que previene la pérdida del líquido interior.

El empaque o cáscara posee una textura ricamente adornada por retículas hexagonales, con tonalidades amarillo- naranja y en ocasiones -- cuando el fruto aún está verde, su color nos lo indica mostrándo en esta ocasión tonalidades amarillo- verdosas.

El empaque de este fruto es ejemplo de la extraordinaria calidad gráfica que posee la naturaleza y que además es de un altísimo impacto visual.

Todo esto nos motiva a pensar que si imitamos a la naturaleza, al -- realizar empaques como este, siguiendo sus ejemplos de resistencia, y cuidando los detalles de protección, aunados con las características de imagen visual y los aspectos fundamentales de forma- función, estos empaques lograrán tener un mecanismo óptimo y versátil de funcionalidad en el ámbito comercial y de consumo.

9.5 BORDES.

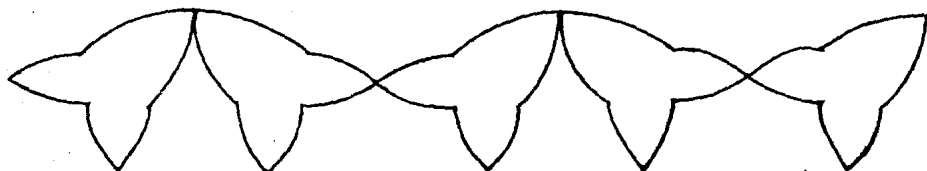
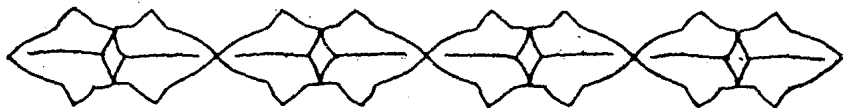
Los bordes son motivos estructurados linealmente, con una diversidad formal que puede variar desde un punto hasta una figura determinada.

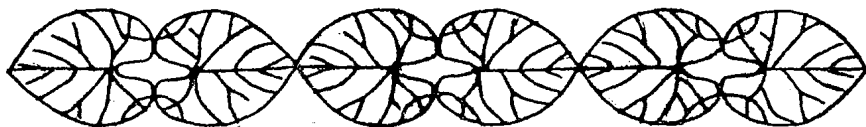
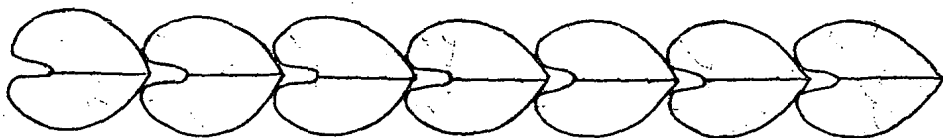
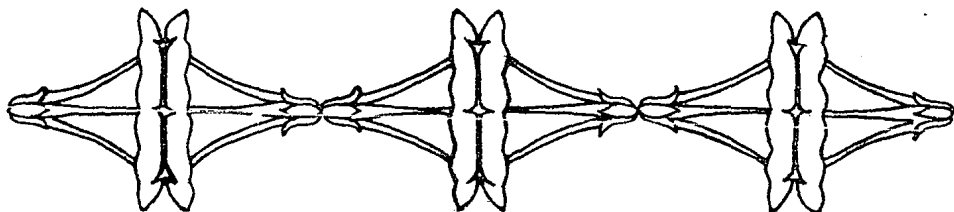
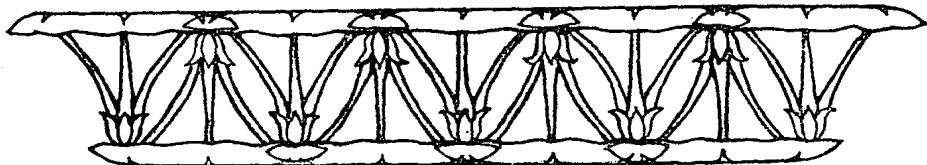
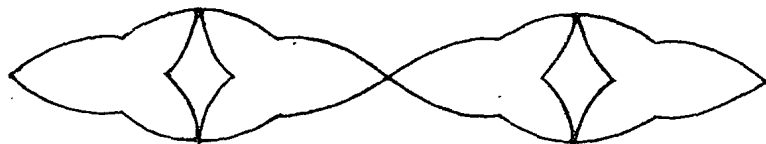
Las características generales de los bordes son: la repetición formal, la simetría y la alternancia ya sea de posición o color.

La originalidad y uso de los bordes reside en agregar una nueva dimensión de creatividad y equilibrio a las necesidades estructurales del diseño gráfico.

Su función primordial es 'enmarcar' patrones de diseño, añadiendo un toque de distinción al mismo.

Las muestras que aquí se presentan surgen a partir de especímenes del campo de la botánica, cuya proposición formal y el uso de las características arriba mencionadas logran la creación de los bordes que a continuación aparecen.





CAPITULO

10**APLICACIONES DE
DISEÑO GRAFICO EN
MUESTRAS ESPECIFICAS**OBJETIVOS

El análisis de las muestras de diseño gráfico que provienen de diversas fuentes de la comunicación visual, pretenden aclarar mediante - un análisis formal, el posible procedimiento - seguido por los diseñadores que intervinieron en la creación de estas imágenes (mismos que plantea esta tesis) y que a ello deben su funcionalidad.

Comprueban al mismo tiempo los objetivos de - esta investigación.

Las muestras gráficas que se presentan en este capítulo, se derivan de alguna manera de las aplicaciones a las que pueden dar lugar la genesa, es decir el estudio de la forma y la función, y consisten en la recopilación de una serie de logotipos, folletos, impresos de imágenes gráficas en plumas, tazas, platos, y hasta en construcciones arquitectónicas.

Los casos que a continuación se tratan, son en su mayoría caracterizados por formas que corresponden y representan al mundo vegetal, -- animal y geométrico.

10.1 Logotipos Fitomorfos.

Los que podemos llamar logotipos fitomorfos se refieren al uso de -- formas representativas del mundo vegetal, y que han servido para el propósito de la comunicación y la publicidad de productos determinados.

Como es el caso de vinos, refrescos, jugos, café; y que en las siguientes páginas aparecen demostrando y comprobando su efectividad -- para la que han servido.

Dentro de las múltiples aplicaciones de imágenes fitomórficas se pueden mencionar las que surgen dentro del ámbito culinario como son -- las impresas en servilletas, portavasos, manteles individuales, etc. Y que son ampliamente usadas como un reforzamiento de la imagen corporativa en la mayoría de los casos para la empresa a la que sirven, como son los casos generales de hoteles, bares, restaurantes, cafeterías; estas imágenes dan lugar a una infinidad de posibilidades representativas en papelería, folletería, anuncios comerciales, (carteles y revistas) implementos de uso personal como jabones, toallas, -- llaveros, etc.

10.2 Logotipos Zoomorfos.

Los logotipos conocidos con el nombre de zoomorfos, son aquellos que representan al reino animal y que generalmente son usados por centros recreativos: pesqueros, zoológicos, galgodrómicos, hipodrómicos, -- etc., o aquellos productos comestibles que se derivan de animales.

10.3 Logotipos Geométricos.

Estos se emplean principalmente para aquellas representaciones abstractas tal es el caso de empresas bancarias.

10.4 Catalogos de Imagenes Gráficas.

Los pequeños catalogos que se han logrado recopilar en este capítulo son el producto de una búsqueda intensiva por obtener una respuesta a los objetivos propuestos por esta investigación y que de alguna manera nos proveen de una idea de la infinidad de aplicaciones reales, que se logran a través del campo de estudio al que nos hemos prouesto llegar y que son una parte fundamental del diseño gráfico.

No podemos afirmar que las muestras gráficas que se presentan a continuación hayan sido creadas en base a una investigación formal como propone esta tesis, pero se brindará un análisis de algunos ejemplos sugiriendo el posible procedimiento que pudiera emplearse para su --elaboración.

10.4.1 Disco & Dance Hall.

Su representación gráfica sugiere un fonógrafo. Si intentáramos asociar la forma de la bocina, con alguna forma presente en la naturaleza, podríamos pensar que se relaciona con una flor del mismo aspecto (ver la figura).

El diseño está en simetría bilateral, sus módulos están en repetición radiada ccntrífuga. Existe armonia y equilibrio en el diseño, y su función es la de asociar en ámbito natural del lugar con el de la rítmica musical del establecimiento.



10.4.2 Central Mall.

La imagen gráfica de este centro comercial es un árbol estilizado, - está estructurado a través de una radiación ccntrífuga, de módulos - en repetición rítmica, que brindan movimiento, sinónimo de versátili- dad, la gran cantidad de objetos de consumo que posee este centro -- comercial.

Su función es la de obtener una imagen impactante y armónicamente ba

lanceada en cuanto a su estructura se refiere dándole la seriedad -- que un lugar como este tiene para invitar a la gente a concurrir a -- comprar.



10.4.3 Café do Brazil.

Logotipo fitomórfico en simetría de extensión y repetición modular, -- que intenta abstraer la forma natural al de la imagen gráfica. Y cuya función es la de brindar la frescura natural del café, al observador de este logotipo por medio de la armonía rítmica del diseño gráfico que presente esta empresa para vender su café.



10.4.4 Riviera del Sol (hotel).

Es un logotipo geométrico en radiación cuyos módulos son triángulos -- con deformación en dos de sus bordes y que intentan lograr una analogía con la forma del sol. La estructura rectangular que encierra al -- motivo gráfico principal esta en superposición, con líneas ondu-

ladas que sugieren las olas del mar.

La función de este logotipo es la de lograr la atracción turística al establecimiento, mediante las imágenes sugestivas que aluden el sol y el mar del lugar.



10.4.5 Bad Nauheim.

Es la representación gráfica del agua con un movimiento rítmico, que se logra a través de una estructura lineal y simetría bilateral en -- gradación.

Su función es la representación del tipo de establecimiento que es a través de su imagen gráfica, que sugiere una fuente de agua.



10.4.6 Holland.

Como todo mundo sabe los tulipanes son las flores típicas de este país el logotipo fitomorfo es una representación simple, de esta flor, en simetría bilateral y repetición modular.

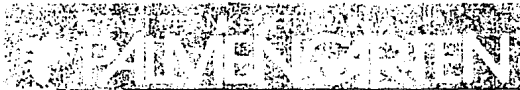
Su función es la promoción turística de este país.



10.4.7 Palmen Garten.

El logotipo fitomórfico representativo de este jardín botánico, está compuesto por módulos triangulares con deformación concava en sus -- bordes en repetición lineal. La otra mitad de la imagen gráfica presenta módulos de líneas curvas en gradación y radiación concéntrica, que describen un movimiento en espiral secuencial rítmico.

Su función es, conferir la imagen de los especímenes vegetales que -- están dentro del jardín para promover su venta.



10.4.8 Restaurant D'vuff.

En esta muestra se ha logrado abstraer al forma del insecto de la -- mosca, por medio de módulos elípticos en similitud de forma de varia ción proporcional, presenta también alternancia de posición modular. Su función radica en atraer la atención por medio de un proceso psicológico de inversión, es decir relacionar el alimento con un insecto como la mosca, pero de tal manera estilizado y su estructura formal armonizada que cause una 'impresión' en el individuo.



10.4.9 Sea World.

Logotipo zoomórfico que presenta módulos en similitud formal, en contraste figura- fondo, en radiación centrípeta y concentración.

Su función es mostrar la idea de olas de mar, su forma geométrica es tá descrita por una circunferencia, que encierra elementos del mundo marino, uno de estos es la ballena orca, predominante en los es-----

pectáculos que tienen lugar en este tipo de centros recreativos, los cuales son de atracción popular.



10.4.10 NBC

Este logotipo cuyos modulos son triángulos con deformación convexa -- por uno de sus lados, se encuentra en radiación centrífuga en super-- imposición con una letra 'N' formada por rectángulos y triángulos. Su función es provocar, la idea de variedad y movimiento dinámico, -- cualidades que se refieren a la producción de espectáculos cinemato-- gráficos y televisivos.



NBC Studio Tour

3000 W. Alameda Ave.
Burbank, CA 91523
(818) 840-3572

10.4.11 Venado.

Esta forma zoomorfa maneja el concepto figura- fondo con la cual se logra obtener la abstracción de la forma.



10.4.12 Papagayo.

Logotipo fitomórfico de un papagayo, cuya representación es una abstracción de la forma real de esta ave, en el cual aparecen módulos - en triángulares con alargamiento y deformación concava en los bordes elementos que se encuentran en similitud y concentración.



10.4.13 Coster.

Logotipo geométrico y abstracción de las formaciones minerales de los diamantes, son ejemplo de reticulaciones, y simetría bilateral. Su función es resaltar las características geométricas propia de los diamantes, cualidad que les concede su fina y elegante apariencia, -- por lo cual son costos y codiciados.



Brillante



Corte cuadrado



Oval



Esmeralda



Lagrima



Marquesa (Navette)



10.4.14 Paradise Point.

Logotipo Geométrico, que presenta superimposición triangular, en contraste figura- fondo, módulos lineales en alternancia de posición y tamaño.

Su función es la atracción visual por medio del concepto de concentración modular, en el punto que la empresa lo requiere.



10.4.15 Pitney.

Logotipo geométrico que presenta repetición modular en repetición y - alternancia de tamaño y posición, en radiación centripeta, así como - simetría bilateral.

Su función es representativa de los sistemas de envío postal, cuya -- dirección lineal puede atribuirse a los diversos puntos a que presta su servicio esta empresa.



10.4.16 Hotel Alpenblick Weggis.

Logotipo geométrico, que presenta módulos lineales en repetición formal, y simetría bilateral, superimposición de sus elementos y alternancia de posición y tamaño, y cuyo conjunto dibujan una letra 'A'.

Su función es la abstracción geométrica de un esquí para patinar sobre nieve, nos brinda la idea también de una montaña ya que este sitio se encontrará en las montañas de los Alpes y el deporte que atrae a los turistas a este lugar es el de esquiar.



10.4.17 North Little Rock.

Logotipo geométrico cuyo módulo triangular con deformación concava --

por uno de sus bordes, se encuentra en repetición y simetría bilateral.

Su función radica en dar la idea de una rueda que mueve los barcos de vapor de este lugar (Little Rock, U.S.A.) para la atracción turística.



10.5 Imágenes Gráficas dentro de la Composición Decorativa.

Tres tipos de imágenes alcanzan a cubrir gran parte del ámbito de la composición visual; Estas son las zoomorfas, las fitomorfas y las geométricas, entre las más conocidas y usuales.

Muchas de las imágenes que nos rodean a cada paso que damos, no tienen ningún sentido simplemente fueron puestas ahí para ornamentación; sin embargo, y a pesar de que en la mayoría de los casos los motivos no siguen un proceso de diseño y sólo presentan como función, (si así le podemos llamar) la de la decoración.

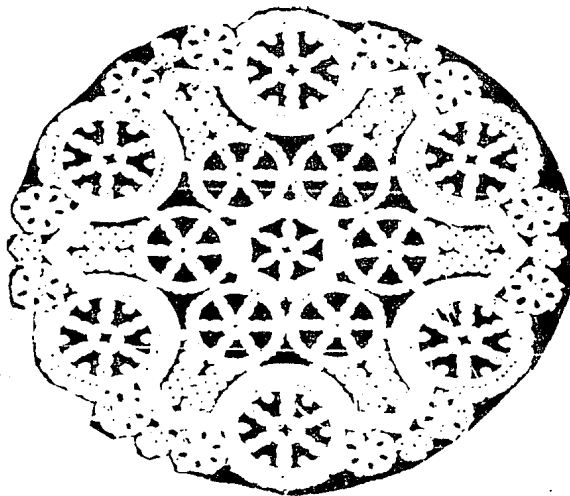
Existen entre estas imágenes algunas que poseen características que los acercan a formar parte de la composición gráfica.

Entre estas aparecen diversos artículos de uso cotidiano, que en ciertas ocasiones retoman diferentes lineamientos básicos del Art Nouveau; Otras tantas siguen los reglamentos de la genesa, confirmando así que esta disciplina es una rama del diseño gráfico que apenas comienza a tener auge en el mundo de la comunicación visual contemporánea.

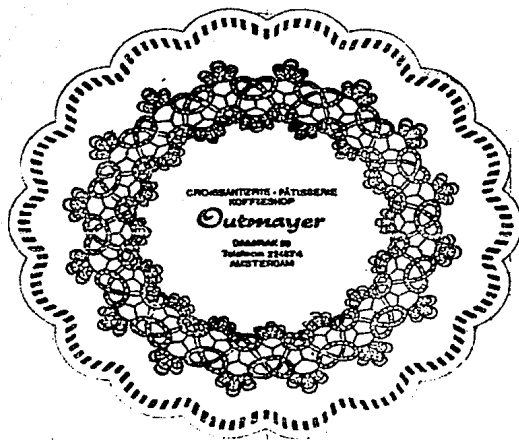
En los siguientes párrafos se describen algunos ejemplos de composición decorativa:

10.5.1 Portavasos.

Se presentan dos ejemplos de portavasos usados en cafeterías o restau-
rants; el primero se caracteriza por tener módulos circulares, dentro
de los cuales se localizan submódulos triángulares en radiación cen--
trífuga, en el centro del portavasos se encuentra dispuesto un hexágono
no dividido por triángulos de las mismas características antes menciona-
nadas. Se puede decir que esta es una imagen geométrica.



El segundo portavasos esta decorado con una banda de módulos pentagona-
les, en repetición reticular; y líneas curvas semejando lazos en su
perimposición; la banda esta rodeada por módulos elípticos que semeja-
n foliolos (pequeñas hojas de una planta). Se puede decir que esta
es una imagen fitomorfa, por la similitud que presenta con algunos teje-
idos y partes de una planta.



10.5.2 Servilletas Impresas.

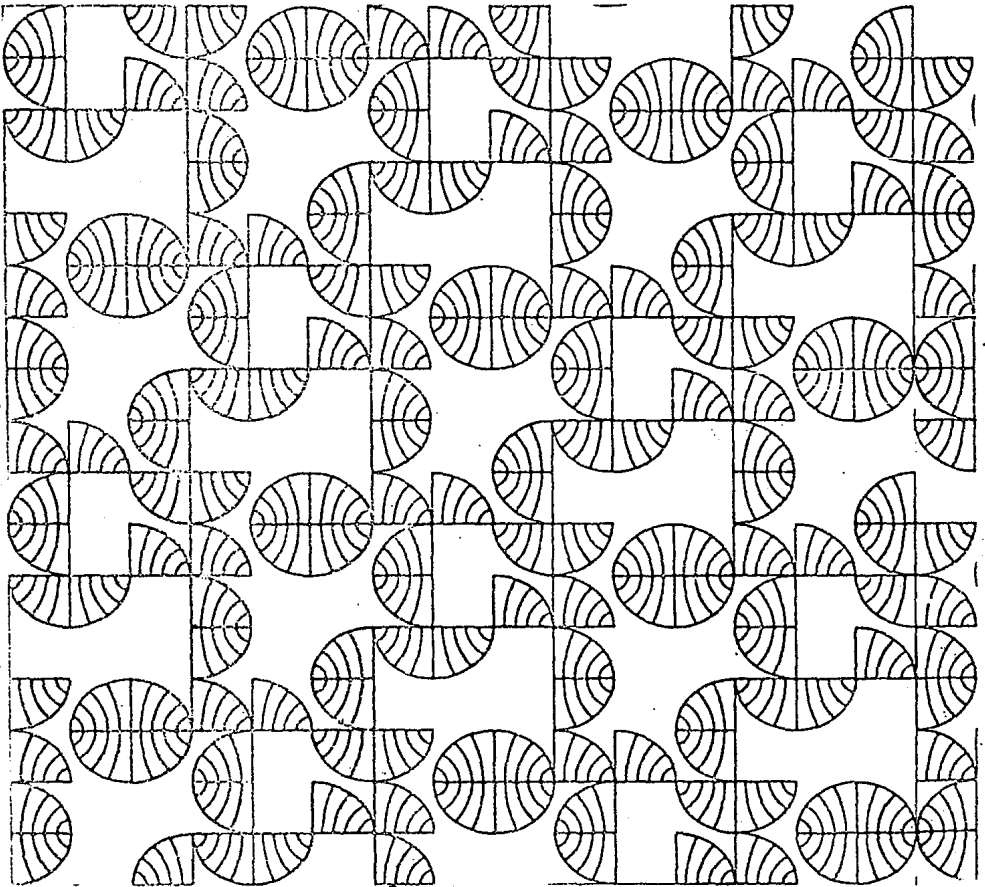
Se caracteriza por presentar imagen fitomorfa, cuyos elementos se encuentran en similitud, y alternancia de posición y tamaño, también -- posee el concepto de figura- fondo, y sus colores beige (en el fondo) y verde esmeralda (en la figura y sus contornos) le brindan un alto -- grado de impacto visual, que es un vínculo de invitar al consumidor a frecuentar el establecimiento (cafetería).

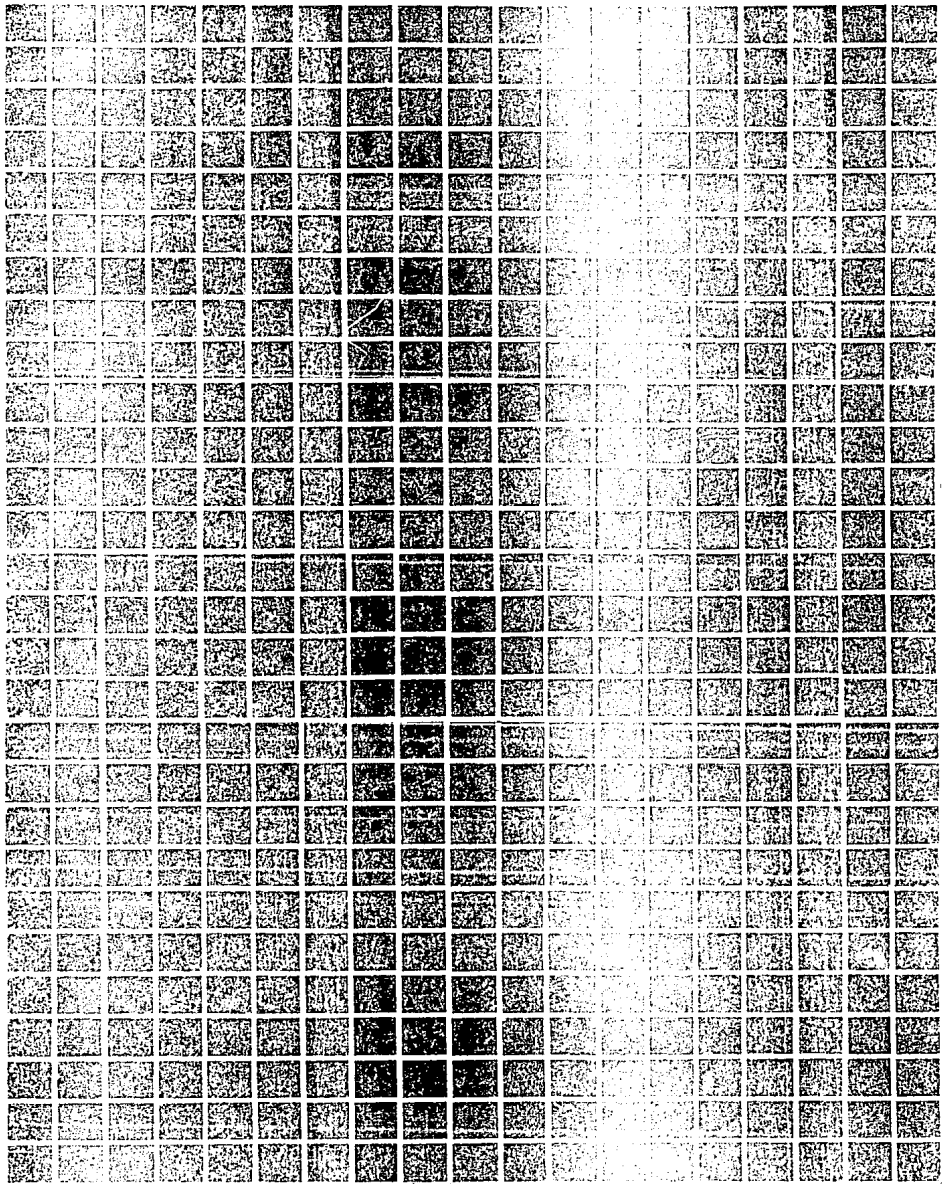


10.5.3 Manteles Individuales.

El primer ejemplo muestra una retícula de círculos, en alternancia de posición, dentro de los cuales se presentan líneas curvas en simetría bilateral, y radiación.

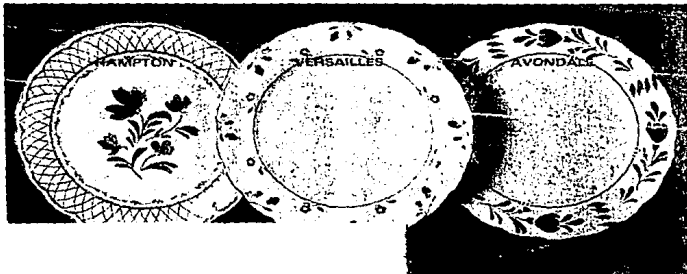
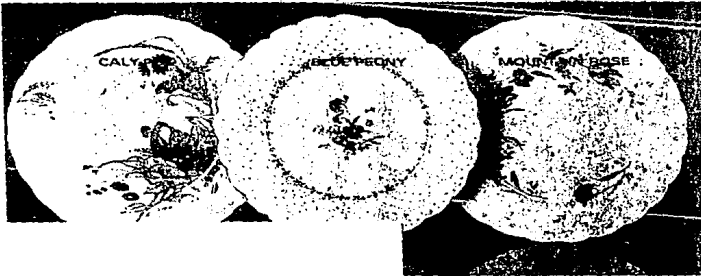
El segundo ejemplo (ver página 431) muestra una retícula cuadrangular.

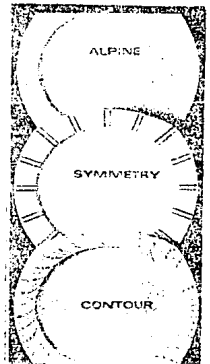
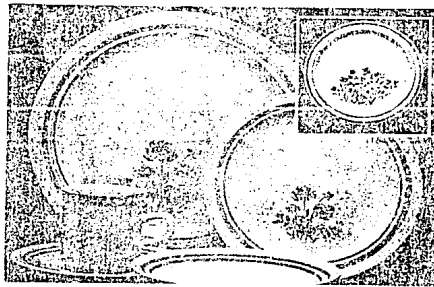
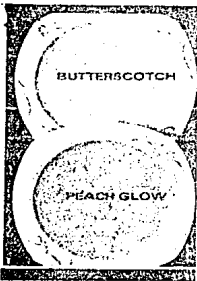
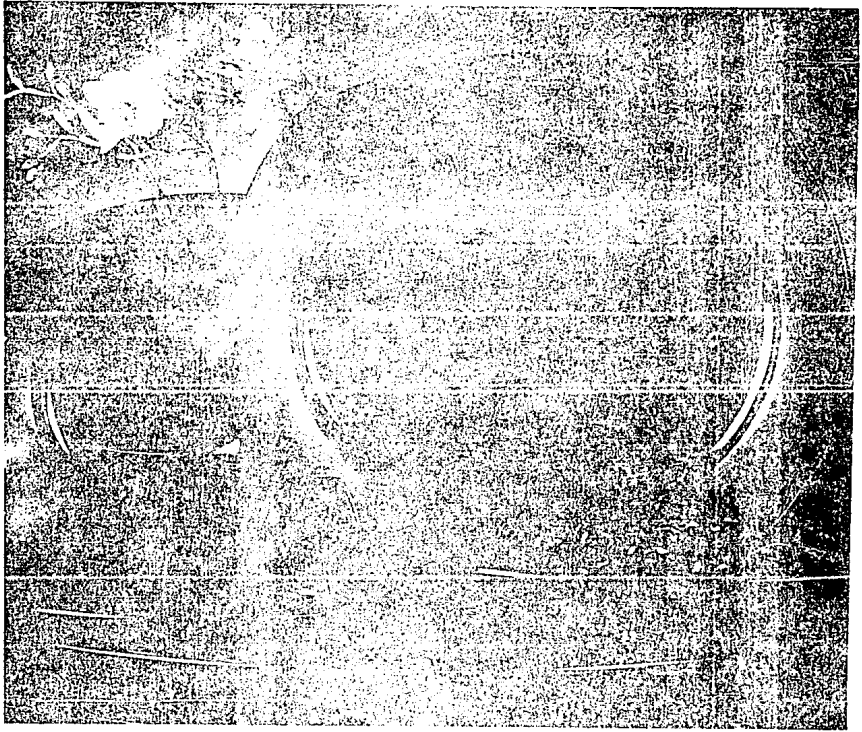




10.5.4 Platos.

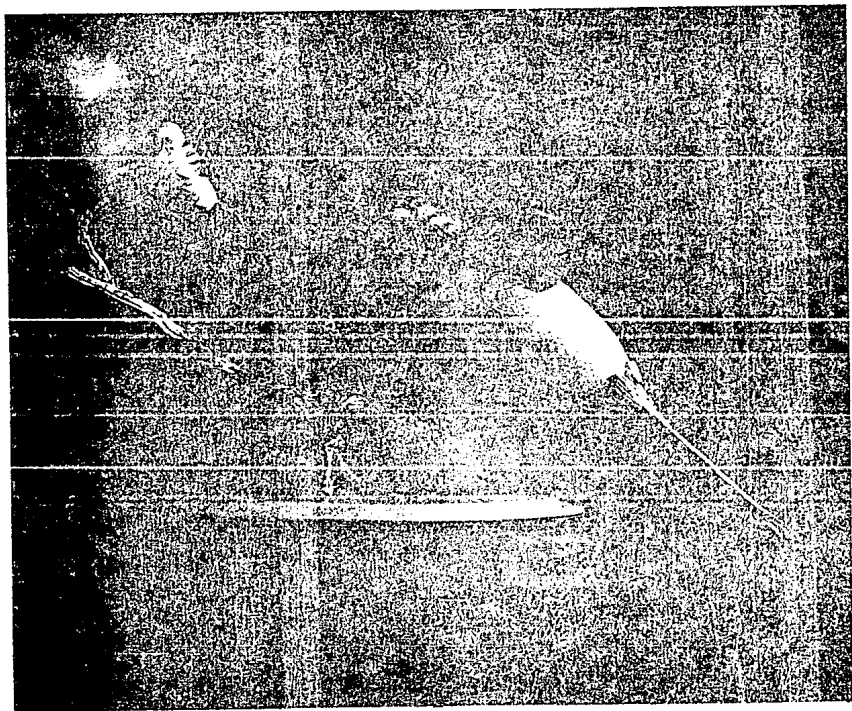
El ejemplo que aquí se presenta se distingue por las formas geométricas de los platos, y sus motivos decorativos siguen la simetría rotacional, además cada uno de estos tiene imágenes fitomorfas decorativas.





10.5.5 Colección de Aves.

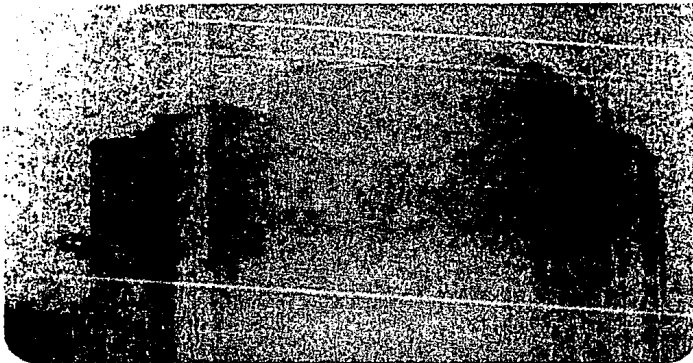
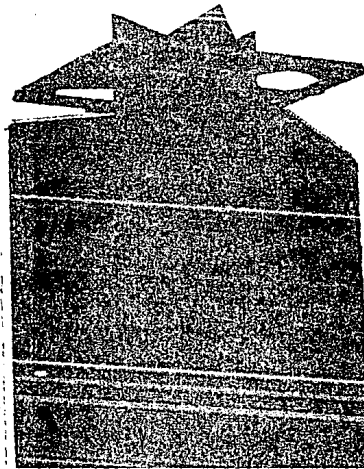
Las siguientes son piezas en marfil, de aves, ejemplo de objetos de corativos zoomorfos, cuya característica principal es la textura -- grabada que presentan en el sus alas.





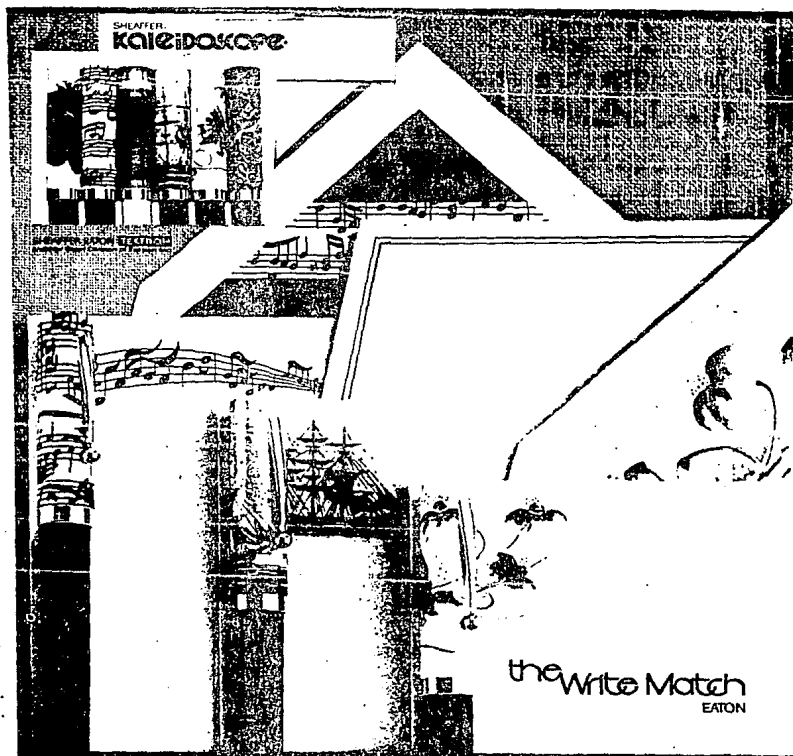
10.5.6 Arquitectura.

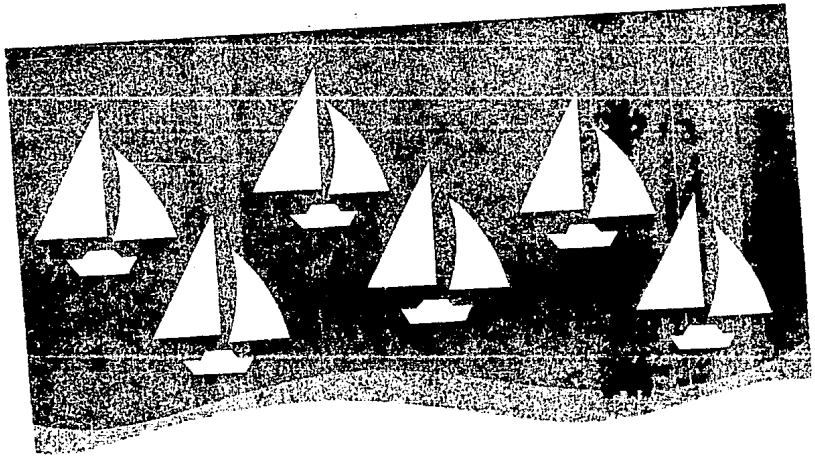
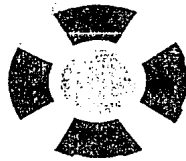
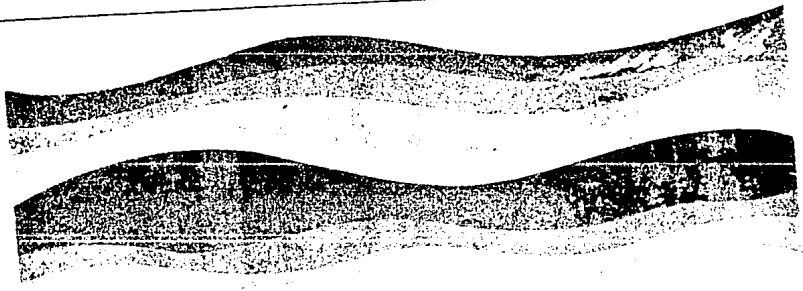
Algunos países europeos como Holanda, se han preocupado por la utilización de los recursos de composición gráfica, creando un aspecto armónico y de secuencia rítmica en los módulos con que están construidos algunos edificios, aquí se presentan dos ejemplos.



10.5.7 Plumas y Papelería.

Motivos gráficos que aparecen en secuencia armónica y coordinados, - con hojas de papel y sobres. Su característica es la gama de colores que se manejan en ambos casos.





CAPITULO;

11 APENDICE DE BOTANICA

OBJETIVOS

El apéndice de botánica provee al diseñador de datos con los cuales podrá realizar aplicaciones gráficas basadas en el conocimiento, de la forma y la estructura natural.

11.1 NIVELES TAXONOMICOS Y NOMENCLATURA BINARIA.

La Taxonomía (taxo= orden, nomia=ley) es la ciencia de la clasificación y el orden.

La Sistemática es el conjunto de reglas que sirve para ordenar a los seres vivos en grupos definidos.

La Taxonomía y la Sistemática dividen a los seres vivos en grupos ordenados para clasificarlos, tomando en cuenta datos anatómicos, fisiológicos, bioquímicos, genéticos, histológicos citológicos, cerológicos y ecológicos.

Los niveles taxonómicos básicamente son siete, su clasificación es - la siguiente:

La especie es la unidad básica, de la clasificación.

El género, cuyo conjunto forma las familias.

La familia, cuyo conjunto forma los ordenes.

El orden, cuyo conjunto forma las clases.

La clase, cuyo conjunto forma los phylums.

El phylum, cuyo conjunto forma las phylas.

La phyla cuyo conjunto forma los reinos.

Los reinos que son tres animal, vegetal y mineral.

La nomenclatura binaria consiste en dar dos nombres a cada ser vivo, el primer nombre es el genérico, el segundo es el específico (nombre de la especie).

El creador de esta nomenclatura fue Carlos Linneo en 1758, tiene valor mundial, y se deriva del latín y el griego.

11.1.1 Niveles de Complejidad.

Dentro del Reino Vegetal (hablando específicamente de éste) existen organismos unicelulares, coloniales y pluricelulares.

Los organismos unicelulares están formados por una sola célula que desempeña todas las funciones propias de un organismo.

Los organismos coloniales están formados por la unión de organismos unicelulares, ('las colonias') de forma y estructura muy diversa, - que representan individuos que realizan independientemente sus funciones.

Los organismos pluricelulares, están formados por células estrechamente unidas que desempeñan funciones individualmente, pero que el-

conjunto coordinado de sus funciones da por resultado la vida de todo un organismo.

Dentro de las plantas pluricélulares hay dos grados de complejidad:

11.1.1.1 Talo. Está formado por un conjunto de células semejantes en agrupación o seudo tejido, sin diferenciación de sus partes y de funciones independientes.

Todas las plantas que presentan talo se llaman talofitas, y se incluye en esta clasificación a las plantas unicélulares, comprende a los siguientes grupos:

Bacterias. Algas. Líquenes. Hongos.

11.1.1.2 Cormo. Es un conjunto de células que se han diferenciado para formar tejidos y órganos bien diferenciados.

A las plantas que presentan cormo se les llama cormofitas o embriofitas, dentro de este nivel están:

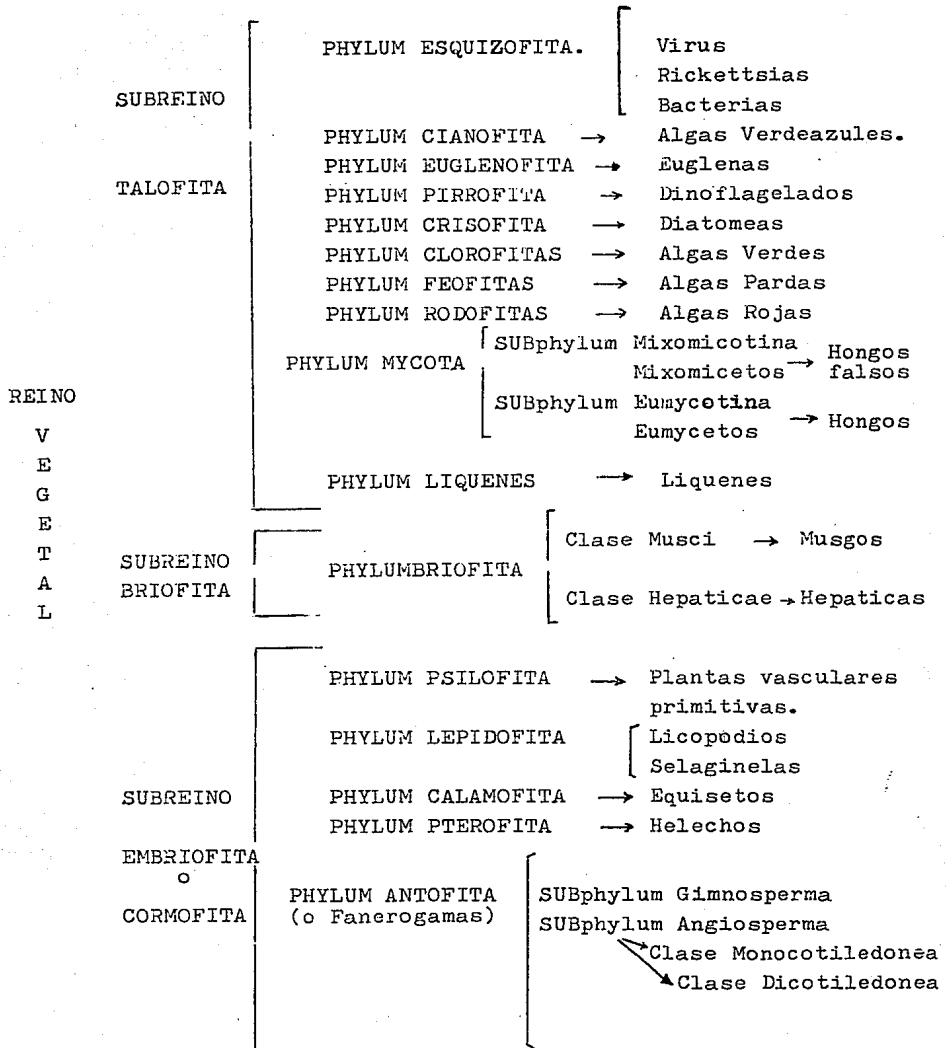
Licopodios. Seláginelas. Equisetos. Helechos. Fanerógamas.

Existe también otro nivel de complejidad que se considera como de -- transición entre las talofitas y las embriofitas, ya que poseen talo pero dentro del mismo empieza la diferenciación de tejidos.

A este grupo se le llama briofitas, y comprende a:

Musgos. Hepáticas.

En la página siguiente se muestra un cuadro sinóptico en donde se -- encuentra la clasificación general del reino vegetal.



11.2 FANEROGAMAS.

Pertenecen al reino vegetal, del subreino embriofita.

Las fanerógamas (o bien, Phylum Antofita) son las plantas más evolucionadas sobre la faz de la tierra, consideradas así científicamente, debido a que realizan su reproducción sexual, unisexual, o bisexualmente dependiendo de la especie que se trate.

Las fanerógamas, se dividen a su vez en dos subphylums:

Las gimnospermas, que tienen reproducción asexual por medio de esporas. Y las Angiospermas, que a su vez se dividen en dos clases: las dicotiledóneas y las monocotiledóneas.

Las Angiospermas tienen gran importancia para el desarrollo de la vida humana, ya que constituyen una fuente alimenticia básica, de estas plantas el hombre obtiene cereales, hortalizas, legumbres, frutos y semillas.

Son también fundamentales para la industria, ya que de estas plantas se extrae azúcar, alcohol, pigmento, resina, celulosa, latex, fibras textiles, sustancias medicinales, drogas, madera y muchos otros productos.

11.2.1 SUBphylum Angiosperma.

11.2.1.1 Características Generales.

Las plantas dominantes en nuestra era geológica son las angiospermas, debido a su abundancia dentro de la flora terrestre, misma que se debe a varios factores entre los que se pueden citar:

11.2.1.1.1 Su capacidad para sobrevivir y reproducirse en casi cualquier tipo de ambiente, en todos los tipos de suelos, bajo temperaturas y regímenes pluviales diversos; tanto en regiones desérticas y áridas como en graderas y pantanos; en el agua como en el aire.

Las angiospermas comprenden árboles, arbustos, bejucos, matas y hierbas, plantas anuales y perenes y plantas suculentas.

11.2.1.1.2 Su capacidad de producción de flores, frutos y semillas.

La flor es la que distingue a las angiospermas de todos los grupos de plantas; ésta puede presentarse sola o en grupos, varía en número y complejidad de sus partes, pero siempre es el órgano de la reproducción; la semilla y el fruto son la culminación de su actividad.

La flor esta constituida por cuatro tipos de envolturas florales, las cuales se insertan a diferentes alturas de la rama formando los verti
cilos que frecuentemente se ensanchan formando los receptáculos.

Las estructuras florales externas y que generalmente protegen a las -
internas, reciben el nombre de sépalos, éstos forman el caliz, que --
contienen a los pétalos que forman en conjunto la corola.

Dentro de la corola se encuentra el órgano reproductor masculino y --
consiste en un soporte alargado que recibe el nombre de filamento, el
cual sostiene una estructura globosa en su extremo llamado antera.

El conjunto de estambres recibe el nombre de androceo.

La estructura que se inserta en la parte más interna en el centro de-
la flor, es el gineceo, pistilo o carpelo que constituye el órgano re
productor femenino y que generalmente está formado por tres porcio---
nes.

La inclusión de los óvulos en el interior del gineceo. (es un carác--
ter único de las angiospermas)

La porción superior del ginecio forma la superficie para la recepción
de los granos de polen se llama estigma, sitio que también sirve para
la germinación de estos.

Y un tubo fino que se prolonga a partir del ovario, llamado estilo.

El ovario y a veces, otras piezas de la flor, maduran para formar el-
fruto, órgano que se encuentra únicamente en las plantas con flores.

11.2.1.1.3 Las hojas de las angiospermas son en su mayoría delgadas y
laminiformes, aunque su forma puede variar, y su tamaño también. Son-
generalmente de color verde, poseen la sustancia llamada clorofila --
por medio de la cual realizan su alimentación autótrofa.

Poseen también un sistema conductor bien determinado, constituido por
vasos o células que en su conjunto forman el 'xilema y el floema' y -
proveen a la planta de sustancias alimenticias.

11.2.1.2 Las Angiospermas: Monocotiledóneas y Dicotiledóneas.

Las angiospermas están divididas en dos subclases:

(esta clasificación está basada en diferencias vegetativas, en cuánto
a la estructura floral, y de la semilla)

[en la página siguiente se muestra esta clasificación]

11.2.1.2.1 Dicotiledóneas.

Es la más antigua de las subclases, comprende 200,000 especies reunidas en 250 familias aproximadamente.

11.2.1.2.1.1 Localización.

Cosmopolita.

11.2.1.2.1.2 Rafz.

Típica fibrosa (con un eje principal del cual salen raíces secundarias con pelos absorbentes).

11.2.1.2.1.3 Tallo.

Herbáceo, leñoso o semileñoso, -- con vasos conductores en un cilindro central con una zona generatriz llamada cambium.

11.2.1.2.1.4 Hojas.

Sésiles, pecioladas, sus nervaduras son generalmente reticuladas a partir de un eje principal que origina una red. Pueden ser simples o compuestas por varias pequeñas hojas llamadas foliolos.

11.2.1.2.1.5 Flores.

Tretrámeras o pentámeras o múltiples de ellos.

Cáliz: con 4 o 5 sépalos o múltiples de ellos.

Corola: con 4 o 5 pétalos o múltiples de ellos.

Androceo: con 4 o 5 estambres o múltiples de ellos.

11.2.1.2.2 Monocotiledóneas.

Los botánicos consideran que esta subclase se deriva de las dicotiledóneas durante las primeras etapas de evolución, consta de 50000 especies y 50 familias aproximadamente.

11.2.1.2.2.1 Localización.

Cosmopolita.

11.2.1.2.2.2 Rafz.

Fibrosa (no se distingue su eje principal, todas las raíces son del mismo tamaño y diámetro).

11.2.1.2.2.3 Tallo.

Se caracteriza por tener un tejido conductor formado por anillos esparcidos, provisto o no de cambium.

11.2.1.2.2.4 Hojas.

Generalmente simples, sésiles apiciladas, de forma delgada y alargada, su nervadura es paralelnervia, y envainantes, es decir que envuelven al tallo.

11.2.1.2.2.5 Flores.

Trimeras o múltiples de tres.

Cáliz: con 3 sépalos o múltiples de ellos.

Corola: con 3 pétalos o múltiples de ellos.

Androceo: con 3 estambres o múltiples de ellos.

Gineceo: con 4, 5 o varios carpelos.

11.2.1.2.1.6 Semilla.

La semilla esta provista de una parte que rodea al embrión y le proporciona el alimento necesario para su desarrollo, esta parte se llama cotiledón, y en el caso de esta subclase, la semilla tiene dos cotiledones. (probablemente de aquí se derive su nombre).

11.2.1.2.1.7 Familias.

A continuación se describen las familias más importantes de las dicotiledóneas, debido a sus características botánicas, económicas y de mayor cantidad de especies.

11.2.1.2.1.7.1 Rosáceas.

Esta familia comprende unas 3,000 especies y más de 100 géneros se encuentra en casi todo el mundo, comunmente en las regiones templadas; es una familia heterogénea, comprende desde plantas herbáceas hasta arbustos o árboles. Entre las plantas de ornato está el rosal. Y entre las especies frutales más importantes se encuentran los manzanos, perales, zarzas, frambuesas, fresas, chabacanos, duraznos, ciruelos, cerezos, melocotoneros, albaricoqueros y almendros.

Gineceo: con 1, 3 o varios carpelos.

11.2.1.2.2.6 Semilla.

La semilla de las monocotiledóneas, como su nombre lo indica só lo tiene un cotiledón.

11.2.1.2.2.7 Familias.

A continuación se describen las familias más importantes de las monocotiledóneas, debido a sus características botánicas, económicas y de mayor cantidad de especies.

11.2.1.2.2.7.1 Liliáceas.

La mayor parte de las 3,000 especies son apreciadas como plantas de ornato, entre las más importantes están: el lirio real, el lirio de pascua, el jacinto y el tulipán. Entre las especies comestibles importantes están: el espárrago, la cebolla, el ajo, el puerro y la cebolleta. La cebolla al barrana se emplea industrialmente como raticida, por su alto poder venenoso.

11.2.1.2.1.7.2 Umbilíferas.

La familia comprende cerca de 3000 especies y alrededor de 125 géneros, casi todos herbáceos. Son comunes de regiones templadas y subtropicales del hemisferio Norte. Entre las más importantes se encuentran hierbas aromáticas, como: el anís, el hinojo, el perejil y el cilantro. Otras especies son verduras: la zanahoria y el apio. Las hay también sumamente venenosas como la cicuta.

El nombre de la familia se deriva de la disposición de las flores agrupadas en racimos en forma de sombrilla (del latín umbella).

Umbelíferas. Flores del esmirnio dorado (*Zizia aurea*). Nótese la disposición de las flores en umbelas.



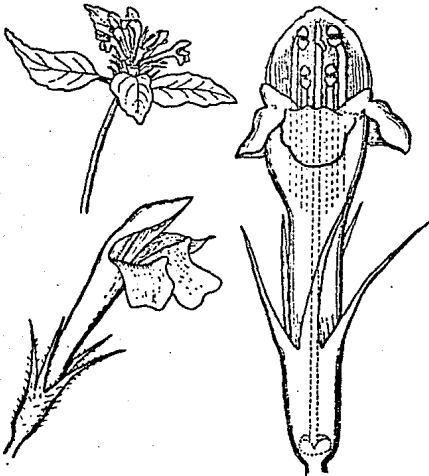
11.2.1.2.2.7.2 Palmáceas.

Generalmente se encuentran en clima tropical, algunas de sus especies llegan a alcanzar hasta 30 metros de altura. Su importancia económica reside en que proveen de alimentos al hombre como son: el coco y el dátil. Aunque son los productos que se extraen de las palmeras los que tienen mayor preponderancia para la industria, por ejemplo: la madera, las fibras, el marfil vegetal, el aceite, la cera y el sagú.

11.2.1.2.1.7.3 Labiadas.

La familia consisten en cerca de 200 géneros y más de 4000 especies, son en su mayoría herbáceas o arbustos distribuidas en casi todo el mundo, pero especialmente en la región del Mediterráneo. A esta familia pertenecen las hierbas aromáticas tales como: la menta verde, la menta piperita, el tomillo, la salvia, el romero, la lavándula, especies importantes desde el punto de vista económico en virtud de los aceites volátiles aromáticos que se extraen de sus hojas y tallos.

Labiadas, Flor de la ortiga muerta roja (*Galeopsis tetrahit*).



11.2.1.2.2.7.3 Gramíneas.

Las gramíneas es una de las familias más importantes para el hombre, comprenden alrededor de 7000 especies distribuidas en el mundo entero, en condiciones climatólogicas diversas. La mayoría son herbáceas, pero hay también bambues leñosos que logran alcanzar alturas de más de 30 metros, los cuales tienen aplicaciones diversas, como es la construcción de casas, muebles, la fabricación de papel y la elaboración de cestos y utensilios.

Desde el punto de vista alimenticio del hombre son de gran importancia porque lo proveen de granos y cereales como por ejemplo: el arroz, el trigo, la caña de azúcar y la avena.

Son también importantes por sus hierbas forrageras entre las que se menciona: el heno, los pastos de Bermuda y de Kentucky.

Algunas especies son utilizadas en los campos de golf o plantaciones de ornato.

11.2.1.2.1.7.4 Leguminosas.

Es una de las familias más grandes de las dicotiledóneas, consisten en 500 géneros y unas 15,000 especies. Comprende hierbas, arbustos, bejucos y árboles. Se desarrollan en muy diversas condiciones ambientales, desde planicies y pastizales semiáridos hasta bosques de zonas templadas o regiones tropicales. La importancia de la familia consiste en el valor alimenticio para el hombre entre estas se encuentran: las variedades de guisantes y frijoles, la soya, el cacahuete, de donde se extraen aceites, proteínas, gomas, resinas, drogas y miel.

Son utilizadas también para la alimentación del ganado, entre los principales forrages se encuentran el trébol y la alfalfa.

Su importancia económica en la industria es la obtención de maderas preciosas como: el palo de rosa, el palo de Campeche y otros más.

Las leguminosas ocupan un lugar único en la agricultura por el papel que desempeñan en la fertilización de los suelos.

11.2.1.2.1.7.5 Compuestas.

Esta familia comprende la segunda en extensión de las angiospermas, con casi 20,000 especies en su mayoría herbáceas.

11.2.1.2.2.7.4 Orquidáceas.

La familia consisten en aproximadamente 25,000 especies, es la más numerosa de las angiospermas, comprende un grupo muy heterogéneo, todas sus especies son herbáceas, de clima tropical, subtropicales, aunque algunas prosperan en regiones templadas.

Las orquídeas sólo tienen valor económico como plantas de ornato, por la incomparable belleza de sus flores.

Otro aspecto importante para la industria alimenticia es que las orquídeas poseen una sustancia llamada vanilina que es el principio aromático de la vainilla, que se extrae de las vainas de las orquídeas tropicales.

Reciben este nombre debido a que - están compuestas por múltiples flo- res que forman un disco central ro- deado por flores periféricas esté- riles en forma de cinta o lengüe- ta. Entre las especies comestibles conocidas están: la lechuga y la - alcachofa.

Entre las flores compuestas de im- portancia alimenticia por la pro- ducción de semillas, se encuentra - el girasol, de cuyas semillas se - extrae aceite comestible.

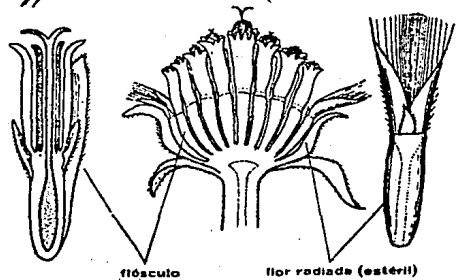
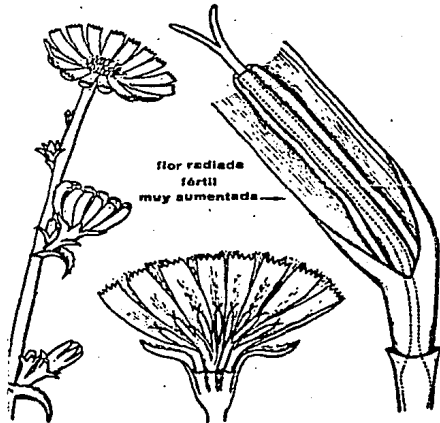
Otras flores son útiles por su uso medicinal éstas son: la manzanilla y el árnica.

Hay también otras más que son cul- tivadas como plantas de ornato en- tre las más conocidas están: el -- crisantemo, la zinnia y la dalia. Otras como la serpentaria produce - enfermedades en el ganado y puede - ser transmitido al hombre por la - ingestión de productos lácteos el a - borados con la leche de animales - enfermos.

Una especie de los crisantemos lla- mada flor de pelitre es empleada - por su acción insecticida al redu- cir a polvo a tal flor.

Las figuras que se muestran en es- ta página son ejemplos de flores - compuestas.

Compuestas. Achicoria (*Cichorium intybus*).
La cabezuela consta sólo de flores radiales fértiles.



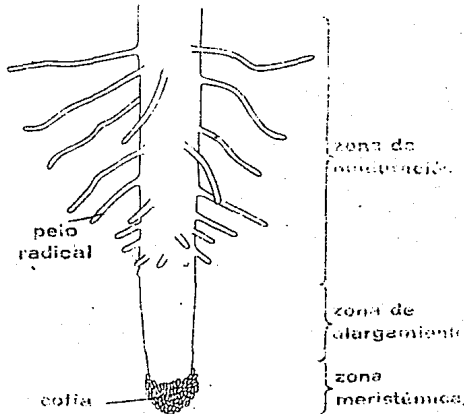
Compuestas. Capitulo floral; compuesto por flores del disco y flores liguladas, del girasol de hoja delgada (*Helianthus decapetalus*).

11.2.1.2.1.2 RAIZ.

11.2.1.2.1.2.1 Características Generales.

11.2.1.2.1.2.1.1 Posición y Morfología Externa.

La raíz es un órgano subterráneo característico de las plantas verdes, la cual crece en dirección de la gravedad. Es generalmente subcilíndrica, angostándose hacia la punta. Carece de nudos y entrenudos. Las porciones terminales de una raíz están cubiertas por un tejido especial protector, llamado 'cofia'.



Zonas de crecimiento en la porción terminal de la raíz.

11.2.1.2.1.2.1.2 Función de la Raíz.

La raíz tiene varias funciones en la vida de la planta:

Fijan la planta al suelo, absorben agua y sustancias minerales de él, transportan los materiales nutritivos desde la región de su absorción hasta la base del tallo; en ocasiones sirven como órganos de almacenamiento de sustancias nutritivas.

11.2.1.2.1.2.1.3 Clasificación de las Raíces.

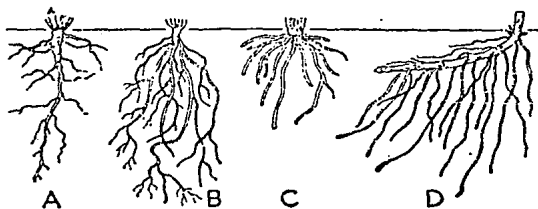
La raíz se clasifica de acuerdo a diversos factores:

11.2.1.2.1.2.1.3.1 Por la forma:

11.2.1.2.1.2.1.3.1.1 Raíz Típica. Se distingue en esta un eje princi

pal grueso del cual parten lateralmente ramificaciones secundarias - de menor diámetro, las que a su vez se ramifican y dan lugar a raíces terciarias, cuaternarias, etc., que van siendo más delgadas a medida que se alejan del eje central.

11.2.1.2.1.2.1.3.1.2 Raíz Fibrosa. No se distingue en estas un eje central, ya que todas las ramificaciones tienen aproximadamente el mismo diámetro.



Tipos de sistemas radicales.
A, B, primarios; C, D, adventicios.
A, axonomorfo; B, C, D, fibrosos

11.2.1.2.1.2.1.3.1.3 Raíz Tuberosa. Es una raíz modificada derivada de las raíces pivotantes o fibrosas, también llamada carnosa de almacenamiento, la cual presenta una porción abultada, su nombre proviene de la similitud superficial con los tubérculos. Ejemplos de este tipo de raíz son las zanahorias y los rábanos.



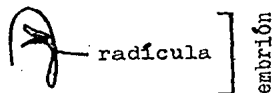
zanahoria'



rábano

11.2.1.2.1.2.1.3.2 Por su origen:

11.2.1.2.1.2.1.3.2.1 Raíz Normal. Según su origen embrionario, las raíces normales se forman a partir de la radícula del embrión.



11.2.1.2.1.2.1.3.2.2 Raíz Adventicia. Se desarrolla en y a partir de determinadas zonas de algún otro órgano de la planta como por ejemplo en los tallos y ramas. Especímenes que muestran este tipo de raíz son la fresa y la hiedra.

Raíz adventicia
en el
ápice del
tallo.



Raíz adventicia
en el tallo.

11.2.1.2.1.2.1.3.3 Por su consistencia:

11.2.1.2.1.2.1.3.3.1 Raíz Herbácea. Se distingue por ser flexible y blanda.

11.2.1.2.1.2.1.3.3.2 Raíz Leñosa. Esta cubierta por una capa dura y resistente, generalmente formada por madera y de grosor determinado.

11.2.1.2.1.2.1.3.3.3 Raíz Carnosa. Son raíces de almacenamiento.

11.2.1.2.1.2.1.3.3.4 Por su duración: pueden ser anuales, bianuales y perenes.

11.2.1.2.1.2.1.3.3.5 Por el medio en el que viven: pueden ser subterráneas, terrestres, acuáticas y aéreas.

11.2.1.2.1.2.1.3.3.6 Existe otro tipo de clasificación para la raíz, - de acuerdo a la función que desempeñan:

11.2.1.2.1.2.1.3.3.6.1 Raíz de Almacenamiento. Son aquellas que acumulan las reservas alimenticias.

11.2.1.2.1.2.1.3.3.6.2 Raíz Conductora. Las que llevan las sustancias nutritivas al tallo.

11.2.1.2.1.2.1.3.3.6.3 Raíz Fijadora. La que fija a la planta al suelo.

11.2.1.2.1.2.1.3.3.6.4 Raíz Absorbente. Las que extraen de la tierra - agua y minerales.

11.2.1.2.1.2.1.3.3.6.5 Raíz Reproductora. Es aquella que se reproduce por medio de yemas adventicias.

11.2.1.2.1.2.1.3.3.6.6 Raíz Simbiótica. Aquella que vive en simbiosis con otros organismos de su medio ambiente.

11.2.1.2.1.2.1.4 El Papel que tiene la Raíz en la Sobrevivencia de la Planta.

En la mayor parte de las plantas las raíces, tienen un eje principal que penetra en el suelo y emite numerosas ramificaciones laterales -- (raíz típica). En otros casos, existen numerosas raíces iguales que -- parten de la base del tallo en forma de haz o cabellera (raíz fibro-- sa).

Unas y otras crecen activamente por las zonas próximas a los ápices -- de cada ramificación, protegidas en esta parte por una capa de tejido -- resistente al frotamiento contra las partículas del suelo. (la coña) La raíz en su zona de crecimiento esta tapizada por minúsculas cabe-- lleras de pelos radicales por los cuales penetra el agua hacia en in-- terior de la raíz siguiendo las membranas porosas de sus paredes célu-- lares atravesando después un filtro que selecciona activamente las -- sustancias disueltas del agua absorbida y les franquea el acceso a la -- corriente circulatoria. Cuando se trata de sustancias minerales neces-- sarias para la planta, las células las bombean hacia su interior cap-- tándolas eficazmente aunque se encuentren diluidas.

Una vez superada la barrera de las membranas celulares, el agua junto-- con las sales nutritivas disueltas, (savia bruta) serán distribuidas-- por el sistema conductor a toda la planta.

Las raíces pueden presentar numerosas adaptaciones, sobre todo en re-- lación con la sobrevivencia de la planta, a lo largo de épocas desfa-- vorables frías o secas. En estos casos es frecuente que toda la parte -- aérea de la planta desaparezca al llegar el mal tiempo, mientras que -- por debajo de la tierra existen raíces cargadas de sustancias nutriti-- vas (raíz tuberosa). Y esto explica porque después de que las lluvias -- llegan comienzan a brotar de nuevo las partes aéreas de las plantas.

11.2.1.2.1.3 Tallo.

11.2.1.2.1.3.1 Características Generales.

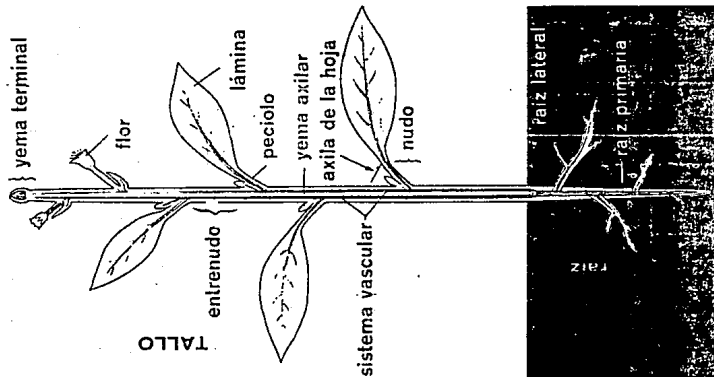
11.2.1.2.1.3.1.1 Posición del Tallo.

El tallo es el órgano que crece en sentido opuesto a la raíz y sostiene la parte aérea de la planta. Es una estructura que puede soportar grandes tensiones y pesos; en el tallo se distinguen hojas, yemas, nudos, entrenudos, flores y frutos.

11.2.1.2.1.3.1.2 Morfología Externa.

Son generalmente redondos en sección transversal y por lo común se adelgazan hacia la punta. Las hojas están arregladas en una forma regular. El lugar en donde la hoja está (o estaba) adherida al tallo se denomina nudo y la parte de este entre dos nudos sucesivos se denomina entrenudo. El ángulo formado por la hoja y el entrenudo se denomina axila de la hoja. Normalmente cada axila tiene una yema, la cual se desarrolla para convertirse en una rama.

La figura 1 muestra las partes principales de una planta dicotiledónea,



11.2.1.2.1.3.1.3 Función del Tallo.

Es la parte de la planta más importante para conducir alimentos de la raíz a las hojas y viceversa, pues da vitalidad a las sustancias minerales hacia todas las partes de la planta por medio de haces vasculares (xilema y floema).

11.2.1.2.1.3.1.4 Morfología Interna del Tallo.

Internamente los tejidos del tallo varían mucho en el tipo y disposición de las células que los integran. Sin embargo, los mecanismos encargados del crecimiento en altura y las variedades de tejidos destinados al almacenamiento de alimentos, sostén y transporte son muy parecidos en todos los grupos de las plantas angiospermas.

11.2.1.2.1.3.1.4.1 Por su crecimiento existen dos tipos de sistemas de tejidos:

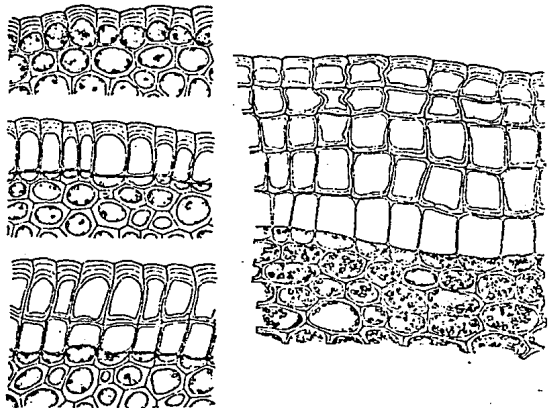
11.2.1.2.1.3.1.4.1.1 Tejidos Primarios. Los cuales traducen el crecimiento por aumento de altura del tallo.

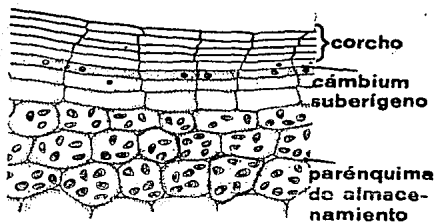
11.2.1.2.1.3.1.4.1.2 Tejidos Secundarios. Que determinan el crecimiento en cuanto al aumento del diámetro del tallo.

11.2.1.2.1.3.1.4.2 Los tejidos plenamente diferenciados de una planta forman tres sistemas:

11.2.1.2.1.3.1.4.2.1 El sistema Dérmico. Que comprende la epidermis y el corcho. (figuras 2 y 3)

Estados en la formación del corcho en la rosa laurel (*Nerium oleander*). Arriba a la izquierda, epidermis y corteza adyacente; la superficie expuesta hacia el exterior de la pared celular epidérmica está muy engrosada en esta especie. Izquierda centro, las células epidérmicas se han alargado y dividido para producir una capa interna de felógeno, junto a la corteza. Abajo a la izquierda, el felógeno ha producido una sola capa de células de corcho justamente abajo de la epidermis. Derecha, la hilera de células más hacia arriba es la epidermis, las siguientes cuatro hileras son de corcho, y la sexta hilera es el felógeno. (X 300.) (De W. H. Brown, *The Plant Kingdom*, 1935; cortesía de Ginn & Company, Boston)

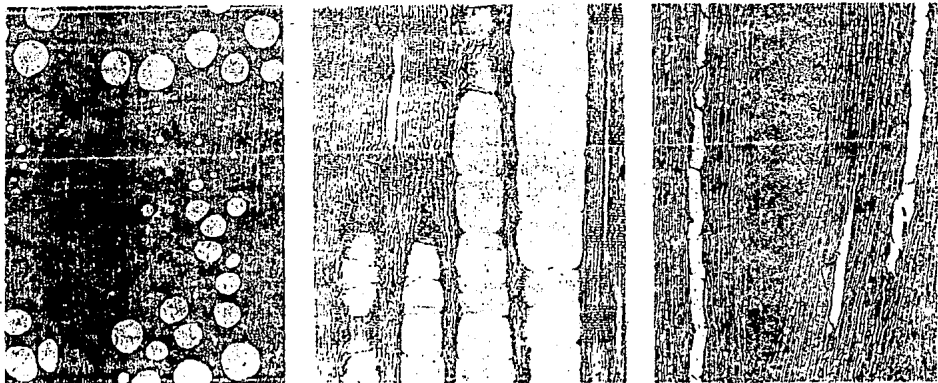


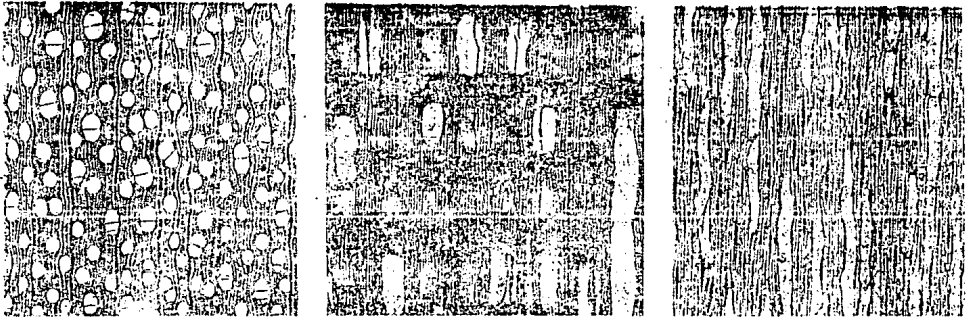


Corcho del tubérculo de la patata.

En el caso de las plantas leñosas el sistema dérmico se determina por la madera. (figuras 4 y 5)

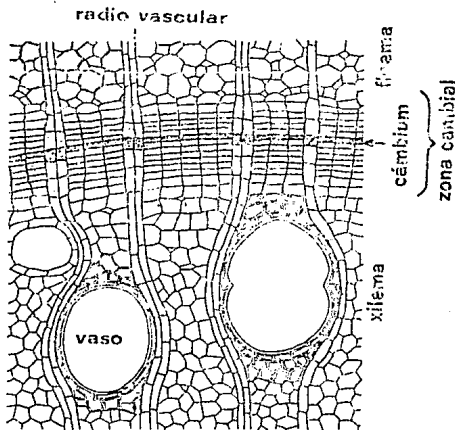
Madera de porosidad anular de roble rojo (*Quercus rubra*) en tres planos. Izquierda: Sección transversal, Centro: Sección radial, Derecha: Sección tangencial. Advértase el único radio gigante y los muchos radios más pequeños.





Madera de porosidad difusa de abedul (*Betula nigra*). *Izquierda*: Sección transversal. *Centro*: Sección radial. *Derecha*: Sección tangencial.

11.2.1.2.1.3.1.4.2.2 El Tejido Vascular está compuesto por xilema y floema. (figuras 6)

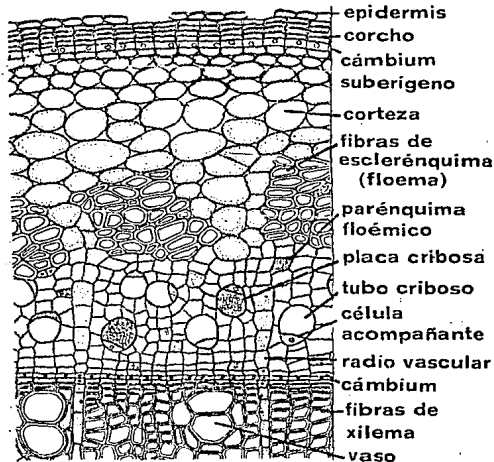
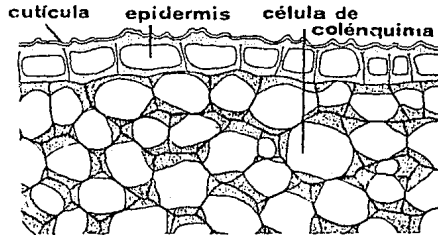


Porción de una sección transversal de tallo leñoso de dicotiledónca, que muestra el crecimiento y la diferenciación consiguientes a la división del cámbium. Las células recién formadas del cámbium (en la zona cambial) están empezando a agrandarse y ha habido poca diferenciación. Las células formadas anteriormente se han diferenciado plenamente.

11.2.1.2.1.3.1.4.2.3 El Sistema de Tejidos Fundamentales. En el que se incluyen el parénquima, que forma la médula, la corteza, las hojas y los frutos carnosos.

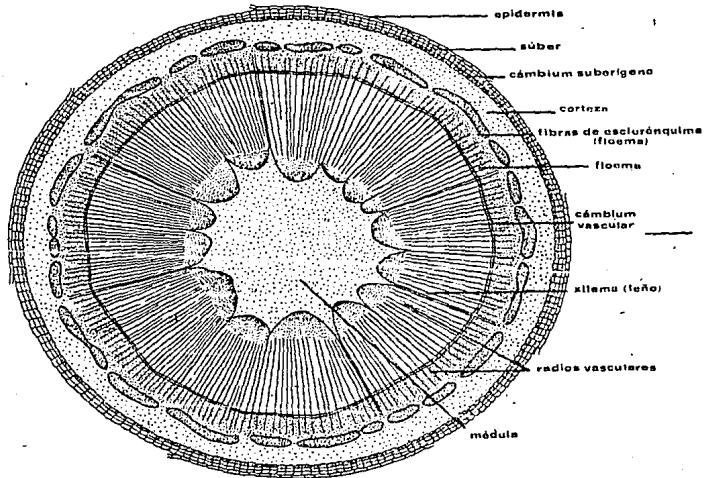
También están el esclerénquima, el colénquima, los conductos resiníferos, los conductos oleíferos y los elementos de secreción estos tienen funciones más especializadas. (figuras 7, 8, 9 y 10)

Colénquima en el tejido más exterior del tallo de quelite (*Chenopodium album*), visto en sección transversal.

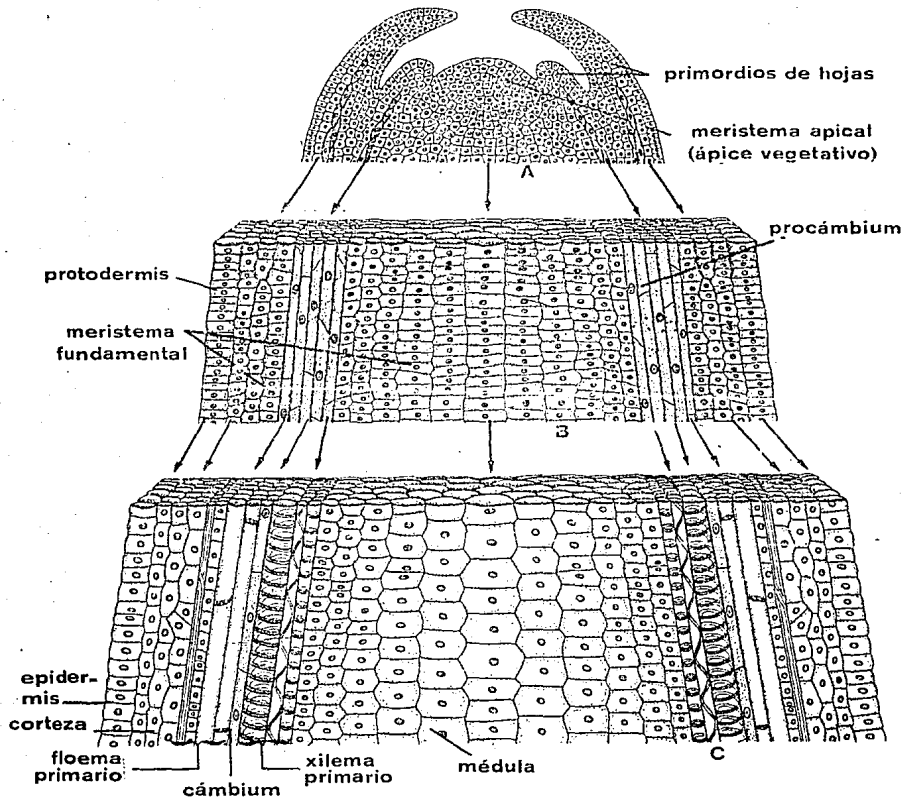


Células y tejidos importantes de la corteza y regiones adyacentes de una dicotiledónea. Diagrama de la sección transversal.

Diagrama de los tejidos importantes de un tallo leñoso joven de dicotiledónea.



Cambios progresivos (A, B, C) durante el crecimiento de la porción terminal de un tallo de dicotiledónea.
Sección longitudinal esquemática.



11.2.1.2.1.3.1.4.3 El Sistema de Conducción del Tallo.

11.2.1.2.1.3.1.4.3.1 Xilema. Es el sistema conductor ascendente que se encarga de llevar hasta los órganos aéreos de la planta el agua - cargada de sales minerales disueltas y captadas por las raíces.

Consta de células alargadas, empalmadas longitudinalmente, protegidas por una capa impermeable que las aísla y protege del aire, llamada 'epidermis', recubierta por una sustancia impregnada llamada cutina.

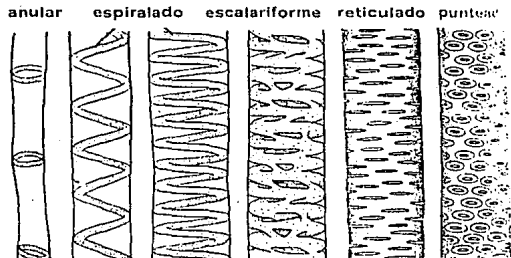
Sin embargo, el mantenimiento de la circulación de savia bruta exige cierta evaporación de agua, indispensable para el bombeo de los líquidos, para lo cual existen unas aberturas reguladoras en la epidermis llamadas 'estomas' cuyo diámetro varía a lo largo del día según las necesidades de la planta.

Dentro del sistema conductor ascendente se pueden distinguir tres tipos de células principales:

11.2.1.2.1.3.1.4.3.1.1 Traqueidas. De forma cilíndrica, con paredes terminales oblicuas y numerosas perforaciones, estas paredes son de consistencia resistente debido a su grosor y proporcionan al tallo su rigidez.

11.2.1.2.1.3.1.4.3.1.2 Fibras. Son células largamente fusiformes, de paredes gruesas cargadas con un material ligero y resistente llamado 'lignina', que le confiere un soporte en cuanto al peso que soporta el tallo, proporcionándole una rigidez mecánica.

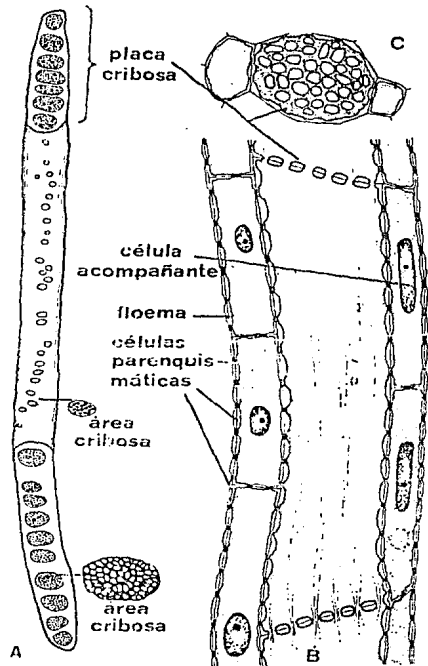
11.2.1.2.1.3.1.4.3.1.3 Tráqueas. Son células más cortas y anchas empalmadas de extremo a extremo con perforaciones, reforzadas además - por tiras de material resistente en forma de anillo, de espiral u otra forma similar.



Especies de células de xilema primario en vista longitudinal que muestra la naturaleza de la pared secundaria. La médula está a la izquierda, y la parte exterior del tallo, a la derecha.

11.2.1.2.1.3.1.4.3.2 Floema. Son células, que se encargan de conducir los alimentos desde las hojas hacia abajo, o hacia las yemas y frutos desarrollados. Las células que constituyen el floema se llaman 'cribosas, las cuales son de paredes delgadas, y en forma tubular, la corriente que pasa a través de éstas células es generalmente lenta.

Elementos del tubo criboso y células asociadas. *A*: de álamo tulipero (*Liriodendron tulipifera*). Las paredes de los extremos aguzados del elemento del tubo criboso tienen placas cribosas compuestas de varias áreas cribosas. También hay pequeñas áreas cribosas a los lados de la célula. *B* (diagrama). Elemento criboso aislado con células adyacentes. Se encuentra una placa cribosa simple (sólo una área cribosa) en cada extremo de la célula. *C*: Placa cribosa simple y células adyacentes vistas en sección transversal.



11.2.1.2.1.3.1.4.4 Resistencia y Flexibilidad del Tallo.

La resistencia y flexibilidad de los tallos tanto leñosos como herbáceos puede atribuirse a la disposición longitudinal de los haces vasculares (xilema y floema) acomodados de tal manera que forman círculos concéntricos. Y a una capa de células en forma de anillo llamada-

'cambium' que determina el engruesamiento de los tallos; y que se encuentra entre el xilema y el floema dividiendoles para aumentar el diámetro del tallo.

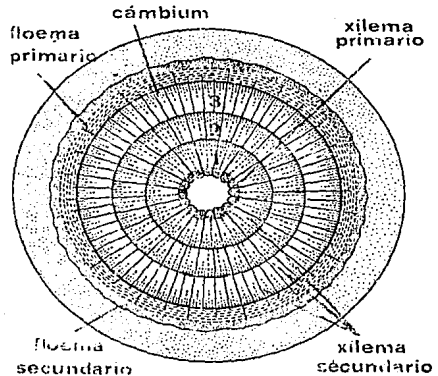


Diagrama de un tallo leñoso de 3 años de edad, que muestra la posición del cámbium y los tejidos vasculares primarios y secundarios. 1, 2, 3: anillos primero, segundo y tercero de crecimiento.

11.2.1.2.1.3.1.5 Clasificación del Tallo.

Existen muchos tipos de tallos con caracteres internos y estructuras diferentes, por lo que se les clasifica de diversas maneras, veamos la siguiente:

11.2.1.2.1.3.1.5.1 Por su consistencia los tallos se clasifican en -- dos grupos:

11.2.1.2.1.3.1.5.1.1 Tallos Herbáceos. Sus tejidos son comparativamente blandos.

11.2.1.2.1.3.1.5.1.2 Tallos Leñosos. Están presentes en arbustos y árboles, sus tejidos se engruesan conforme crecen y se endurecen al mismo tiempo dando lugar a la madera.

11.2.1.2.1.3.1.5.2 Por su forma pueden ser:

11.2.1.2.1.3.1.5.2.1 Cilíndricos, como por ejemplo las cañas o el --- maíz.

11.2.1.2.1.3.1.5.2.2 Cónicos, como el del pino.

11.2.1.2.1.3.1.5.2.3 Prismáticos, los hay de tres clases:

Triángulares, cuadrangulares y poligonales.

11.2.1.2.1.3.1.5.2.4 Acutángulares, consisten en una cara plana y va-

rias salientes.

11.2.1.2.1.3.1.5.2.5 Raqueteados, como por ejemplo el nopal.

11.2.1.2.1.3.1.5.3 Por su clase existen:

11.2.1.2.1.3.1.5.3.1 Acaule, cuando el tallo es tan corto que parece no tenerlo. (figura 1)

11.2.1.2.1.3.1.5.3.2 Cálamo, cuando es herbáceo, sin ramas ni nudos, como en el junco. (figura 2)

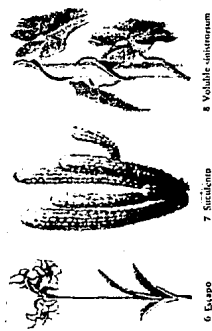
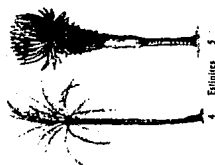
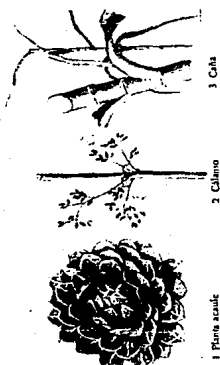
11.2.1.2.1.3.1.5.3.3 Caña, es un tallo leñoso, con nudos con el bambú, o la caña de azúcar. (figura 3)

11.2.1.2.1.3.1.5.3.4 Estípite, es un tallo leñoso, largo, no ramificado con un penacho de hojas en el ápice, como las palmeras. (figuras 4 y 5)

11.2.1.2.1.3.1.5.3.5 Escapo, es un tallo herbáceo, largo, no ramificado, sin hojas, rematado por un ramillete de flores como en el narciso. (figura 6)

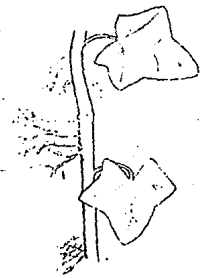
11.2.1.2.1.3.1.5.3.6 Suculento, es un tallo grueso, carnoso y jugoso como en los cactus. (figura 7)

11.2.1.2.1.3.1.5.3.7 Trepador, poco consistente, que crece encaramándose a un soporte; si se enrosca, en el se le talla tallo voluble. - (figura 8)



11.2.1.2.1.3.1.5.3.7.1 Trepador por medio de raíces adherentes, como en la hiedra. (figura 9)

Raíces adventicias aéreas de la hiedra inglesa (*Hedera helix*).



11.2.1.2.1.3.1.5.3.7.2 Trepador por medio de aguijones, como en la zarzamora. (figura 10)

Rama de *Crataegus*, mostrando aguijones (tallos modificados).



(Foto del New York Botanical Garden)

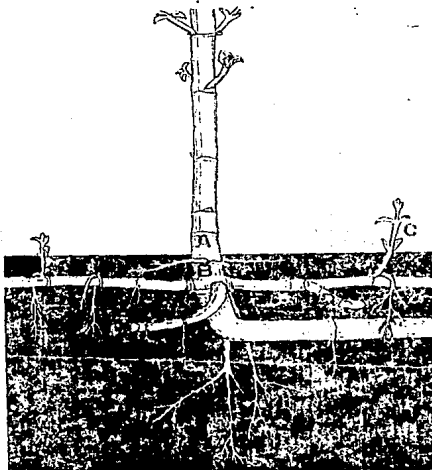
11.2.1.2.1.3.1.5.3.8 Repente, crece apoyándose en el suelo o por debajo de él, como en la calabaza. (figura 11)



Repente

11.2.1.2.1.3.1.5.3.9 Estolón, es un brote lateral que nace en la base del tallo, apoyándose en el suelo o por debajo de él; puede enraizarse dando origen a nuevas plantas como en la violeta. (figura 12)

Estolones de la hierbabuena (*Mentha spicata*).
 A: El extremo del estolón crece hacia arriba y forma un tallo aéreo con hojas. B: Estolones nacidos de un nudo



11.2.1.2.1.3.1.5.3.10 Latiguillo, llamado así por tener la forma de látigo, como el de la fresa. (figura 13)



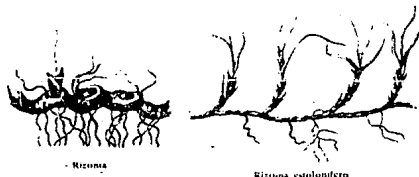
Lanquillos radicales

11.2.1.2.1.3.1.5.4 Tallos Anómalos.

Morfológicamente los tallos anómalos no se parecen en nada a un tallo común.

11.2.1.2.1.3.1.5.4.1 Son de varios tipos:

11.2.1.2.1.3.1.5.4.1.1 Rizoma. Es un tallo perene, de posición generalmente horizontal, conserva alimentos de reserva; se desarrolla bajo la tierra, en algunas especies nacen hojas verdes a partir de él. (llamado entonces rizoma estolinífero)



Rizoma

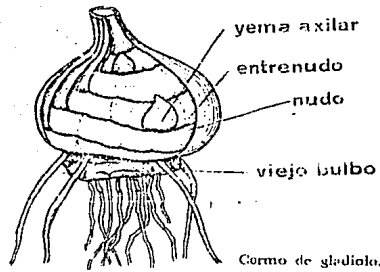
Rizoma estolinífero

11.2.1.2.1.3.1.5.4.1.2 Tubérculo, es una porción muy abultada y subterránea, como el de la patata.



Tubérculo caulinar

11.2.1.2.1.3.1.5.4.1.3 Cormo, es un tallo subterráneo corto engrosado y carnoso, como el del gladiolo.



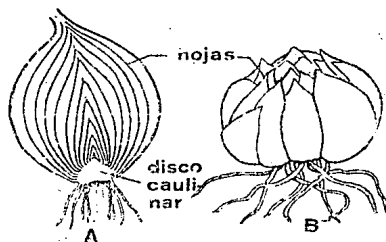
11.2.1.2.1.3.1.5.4.1.4 Bulbo, es un tallo muy corto envuelto en hojas modificadas engrosadas y carnosas llamadas escamas del bulbo.

Los bulbos pueden ser de tres clases principalmente:

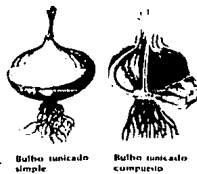
11.2.1.2.1.3.1.5.4.1.4.1 Bulbo tunicado simple, en donde se distinguen las escamas en una serie de capas o túnicas, como en la cebolla.

11.2.1.2.1.3.1.5.4.1.4.2 Bulbo escamoso, en este caso las escamas no rodean al tallo sino que son pequeñas, carnosas y unidas a él flojamente, como en el lirio.

Bulbos. A: Sección longitudinal de un bulbo tunicado (cebolla). B: Bulbo escamoso de un lirio (*Lilium tigrinum*).



11.2.1.2.1.3.1.5.4.1.3 Bulbo tunicado compuesto, como en el ajo.



11.2.1.2.1.4 LA HOJA.

11.2.1.2.1.4.1 Características Generales.

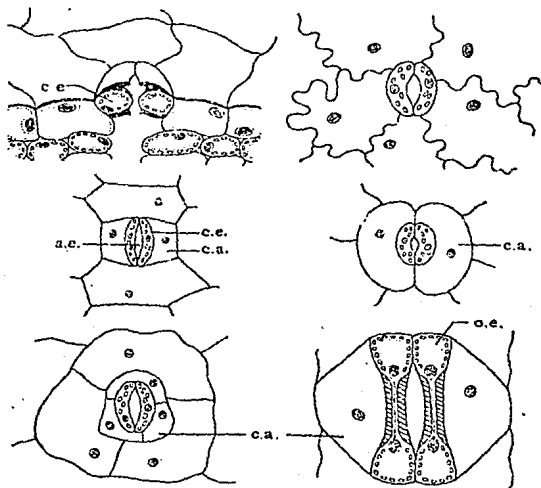
11.2.1.2.1.4.1.1 Posición de la Hoja.

Las hojas son los órganos que brotan lateralmente del tallo, de crecimiento limitado y generalmente de color verde, son estructuras laminares, casi siempre planas y delgadas.

11.2.1.2.1.4.1.2 Función.

La hoja tiene tres funciones fundamentales:

11.2.1.2.1.4.1.2.1 Respiración. El intercambio gaseoso que se lleva a cabo por la planta, o respiración, se realiza a través de pequeños poros que se localizan en toda la epidermis de esta, pero fundamentalmente se encuentran en las hojas y se llaman 'estomas'. (figura 1)



Tipos característicos de estomas—el de los pastos, abajo a la derecha; c.e. célula estomática; c.a., célula acompañante; a.e., apertura estomática

11.2.1.2.1.4.1.2.2 Transpiración. Aproximadamente el 99% del agua absorbida por la planta se elimina en forma de vapor de agua expulsado al exterior por medio de las estomas de las hojas, este proceso ayuda a estas a enfriar sus superficies para prevenir que se quemen sus te-

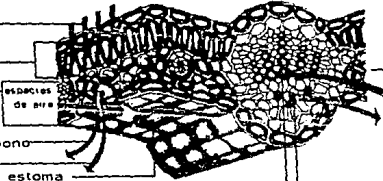
cidos.

11.2.1.2.1.4.1.2.3 Fotosíntesis. Es un proceso energético sintético - mediante el cual la planta elabora sus alimentos (azúcares) a partir de materias inorgánicas (agua y dióxido de carbono). Este proceso se lleva a cabo dentro de las células de las hojas por medio de la clorofila contenida en pequeñas cápsulas llamadas cloroplastos, en los cuales se transforma la energía lumínica (luz solar) en energía química, capaz de sintetizar ciertas sustancias para producir hidratos de carbono (alimento de la planta) de tal reacción sintética se libera finalmente oxígeno.

A continuación (ver siguiente página) se muestra un diagrama que ilustra la fotosíntesis. (esquema 1)

Hojas

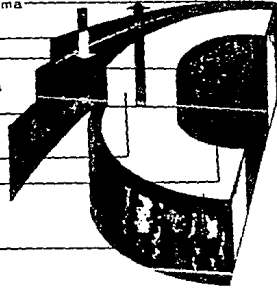
luz solar
 parenquima
 en empalizada
 en donde se
 elaboran los
 alimentos
 parenquima
 esponjoso
 en donde
 circula el aire
 dióxido de carbono
 vapor de agua



estoma
 nervadura
 de la
 hoja
 xilema
 floema

Tronco

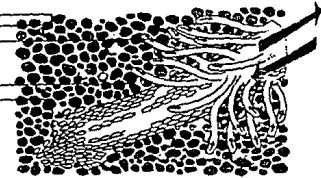
corteza de
 protección
 floema lleva
 los alimentos
 al resto de la planta
 cambium se divide
 y crece para
 producir una nueva
 capa de corteza
 cada año
 xilema lleva
 agua hacia arriba
 médula



anillos de
 crecimiento anual

Raíces

tierra
 agua
 pelos absorbentes
 de agua y
 minerales
 región de
 crecimiento
 coifa
 alimento que
 circula al resto
 de la
 planta
 agua que
 proviene
 de las raíces

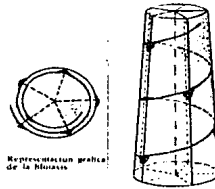


Arriba y derecha La estructura detallada de un árbol muestra como la hoja, el tronco y las raíces funcionan.



11.2.1.2.1.4.1.3 Arreglo de las Hojas en el Tallo.

Las hojas en un tallo usualmente están arregladas en un patrón definido típicamente y se orientan en tal forma que cada hoja está expuesta a la luz con un mínimo de interferencia con respecto a las hojas vecinas. Este patrón varía de acuerdo a especie de que se trate y al método del arreglo óptimo de las hojas en el tallo llamado 'filotaxis'.

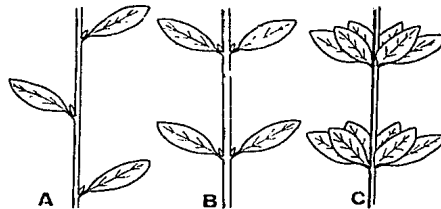


11.2.1.2.1.4.1.3.1 Conforme a la disposición en el tallo las hojas se clasifican en:

11.2.1.2.1.4.1.3.1.1 Alternas. Si hay sólo una hoja inserta en el nudo. (figura 2A)

11.2.1.2.1.4.1.3.1.2 Opuestas. Si del mismo nudo salen dos hojas en lados opuestos. (figura 2B)

11.2.1.2.1.4.1.3.1.3 Verticiladas. Si salen más de dos hojas de un mismo nudo. (figura 2C)



Disposición de las hojas en una rama. A: Alternas. B: Opuestas. C: Verticiladas.

11.2.1.2.1.4.1.4 Morfología Externa.

La hoja común consta de tres partes principales:

11.2.1.2.1.4.1.4.1 La Vaina. Es la base de la hoja, que abraza parcial o totalmente al tallo.

11.2.1.2.1.4.1.4.2 El Pecíolo. Es la parte que se origina a partir de una yema del tallo, y que es la porción que sostiene a la hoja, uniendo al tallo con el limbo, prolongándose a través de él para formar la nervadura central, de la cual se ramifica dando origen a una red de nervaduras secundarias, terciarias, etc.

Cuando las hojas no tienen pecíolo se dice que son 'sésiles'; en ocasiones en la base del pecíolo se encuentran unos apéndices, en cada lado de este, llamadas 'estípulas' consideradas como parte integrante de la hoja.

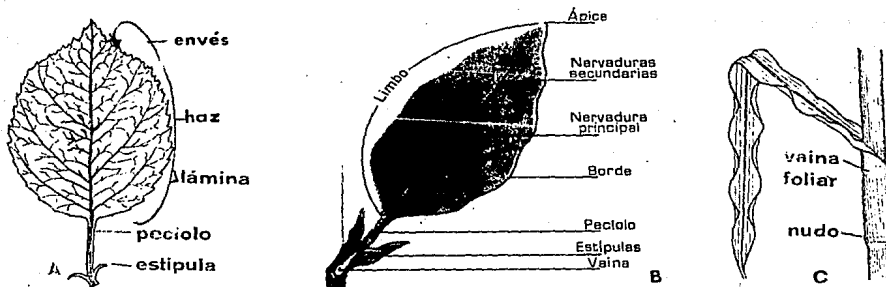
11.2.1.2.1.4.1.4.3 El Limbo o Lámina. Es una porción laminar, delgada aplanada y extendida que presenta dos caras:

Una superior llamada 'haz' y la inferior llamada 'envés de la hoja'.

El limbo consta a su vez de tres regiones:

El ápice, la base y los bordes.

En la figura 3 A, B, y C se ilustra lo anteriormente expuesto.



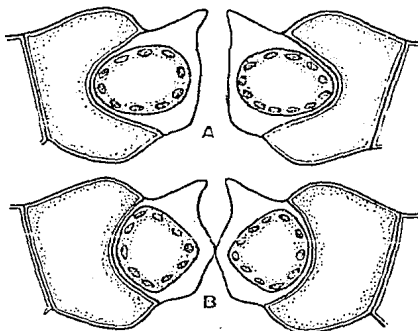
Hojas sencillas. A; B

C: Hoja de nervación paralela del maíz
La hoja se prolonga por su base formando una vaina que abraza el tallo.

11.2.1.2.1.4.1.5 Morfología Interna.

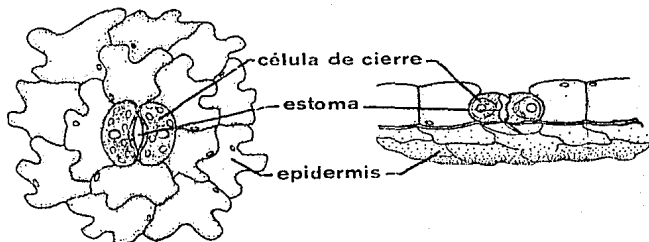
Los tejidos de la hoja pueden clasificarse así:

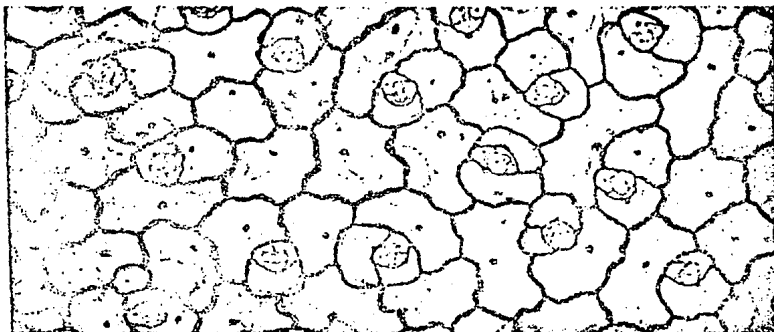
11.2.1.2.1.4.1.5.1 Epidermis. Se compone de un sólo estrato de células enlazadas entre sí. Se extiende por ambas caras de la hoja: epidermis superior e inferior. Está provista y cubierta por una capa llamada 'cutícula', que regula la entrada y salida del agua y los gases en la hoja. Tiene además pequeños poros en forma lenticular que se distinguen por ser espacios intercélulares, llamadas 'celulas de cierre' (ya que se abren y cierran de acuerdo a las necesidades de la planta de transpiración o respiración) nos referimos por supuesto a las estomas. (figuras 4 y 5)



Corte transversal de un estoma. A: Forina de las células de cierre cuando el estoma está abierto. B: Con el estoma cerrado.

Estoma. Izquierda: vista de superficie. Derecha: sección transversal.





Epidermis de la hoja de *Sedum*, mostrando estomas. (Propiedad de General Biological Supply House, Inc., Chicago)

11.2.1.2.1.4.1.5.1.1 Los Pelos Vegetales.

En numerosas plantas la epidermis tanto de la hoja como del tallo lleva pelos vegetales, que son el resultado del crecimiento de una o varias células epidérmicas.

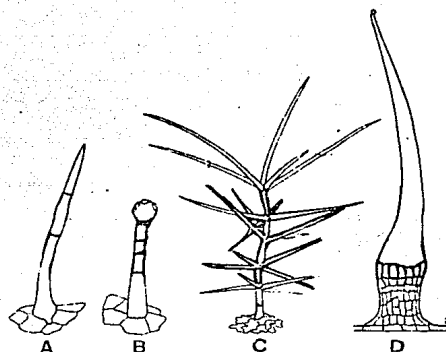
La función de los pelos en relación a las hojas es dudosa pero le confieren un aspecto arterciopelado, sedoso, lanoso o afieltrado y son claves útiles para identificar a las plantas (según los botánicos).

11.2.1.2.1.4.1.5.1.1.1 Pelos simples. (figura 7A)

11.2.1.2.1.4.1.5.1.1.2 Pelos glandulares, que secretan una sustancia pegajosa a su contacto. (figura 7B)

11.2.1.2.1.4.1.5.1.1.3 Pelos ramificados, es el crecimiento de células epidérmicas en diferentes direcciones. (figura 7C)

11.2.1.2.1.4.1.5.1.1.4 Pelos urticantes, terminan en una cabeza diminuta que se rompe por simple contacto, quedando libre así, una punta-aguda que inyecta una sustancia venenosa e irritante. (figura 7D)



Pelos vegetales. A: Pelo simple de geranio (*Pelargonium domesticum*). B: Pelo glandular de geranio. C: Pelo ramificado de gordolobo (*Verbascum thapsus*). D: Pelo urticante de ortiga (*Urtica dioica*, var. *procera*).

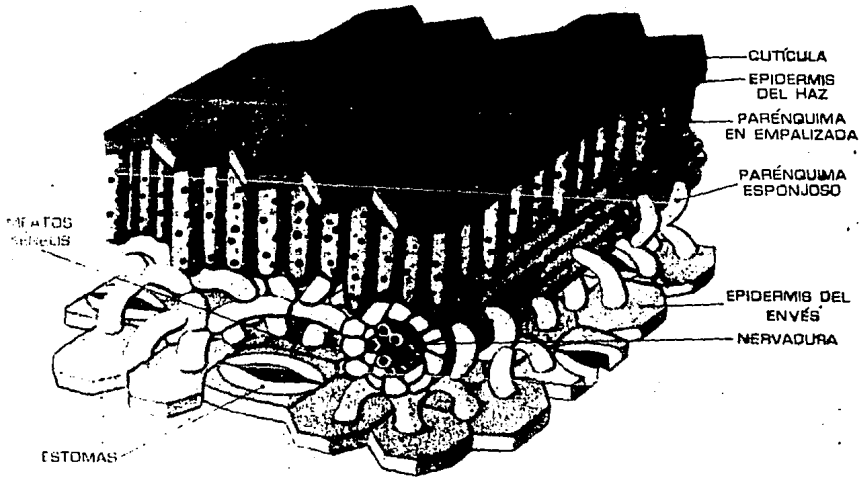
11.2.1.2.1.4.1.5.2 Mesófilo.

Dentro de la hoja la fotosíntesis se realiza en el mesófilo, este comprende todas las células entre la epidermis superior e inferior.

El mesófilo en general se divide en dos partes:

Las células cercanas a la cara superior de la hoja son alargadas, situadas en ángulo recto con respecto a la superficie y forma de una a tres capas celulares compactas; este es el 'parenquima en empalizada' llamado así por su parecido con una hilera de estacas.

Por debajo del parénquima en empalizada, y extendiéndose hacia la epidermis inferior, se halla una zona de células de forma irregular con amplios espacios intercélulares se llama 'parenquima esponjoso'. (figura 8)



11.2.1.2.1.4.1.5.3 Haces Vasculares.

Son tubos de tejido especializado con una doble función: sostén y conducción; los haces vasculares de mayor tamaño se ven en la superficie de las hojas como venas o nervios principales, (en las dicotiledóneas) dividiéndose para formar un sistema reticular.

En general, los haces vasculares están situados a media distancia entre la epidermis superior e inferior; se componen de dos tejidos importantes para la conducción alimenticia de la planta, estos son el xilema y el floema.

Además de estos tejidos existen células especializadas de refuerzo mecánico para el soporte de la hoja llamadas 'fibras del esclerenquima' las cuales están unidas a los haces vasculares de conducción, son alargadas y de paredes engrosadas que terminan en punta y proporcionan resistencia y sostén a la hoja contra el viento y la salida de agua.

Los diagramas muestran los tipos de células que componen el sistema de conducción de haces vasculares.

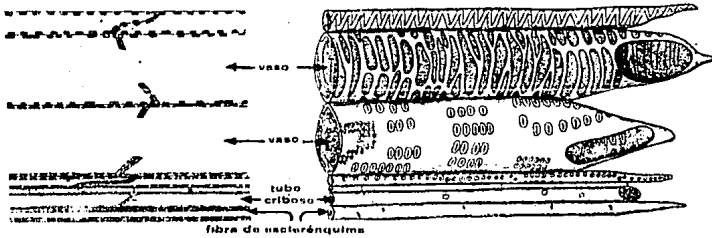
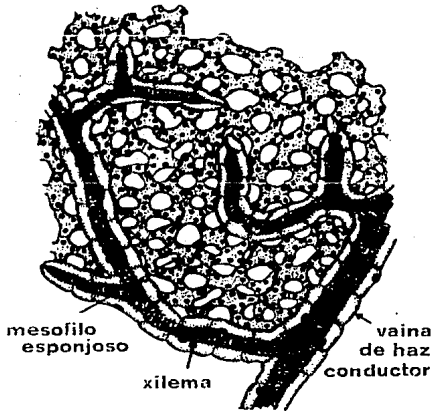
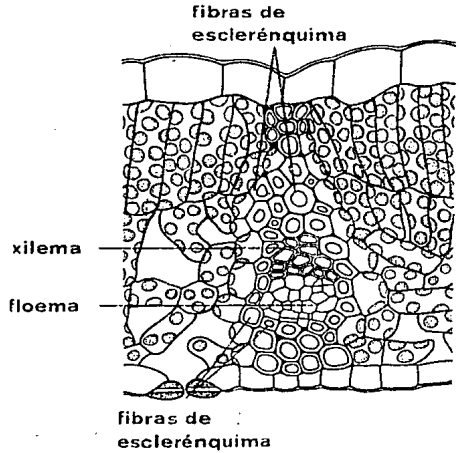


Diagrama de las células principales del xilema y del floema de una vena de mediano tamaño de hoja de roble (*Quercus rubra*) en sección transversal (izquierda) y en vista de superficie (derecha).

Estructura de la hoja. Sección transversal de una pequeña porción de hoja de roble (*Quercus rubra*), que muestra el refuerzo que prestan a la hoja las fibras de esclerenquima que rodean el haz.



Sección de hoja cortada paralelamente a la superficie en el mesofilo esponjoso. Las ramificaciones de las venas menores terminan en el tejido esponjoso.



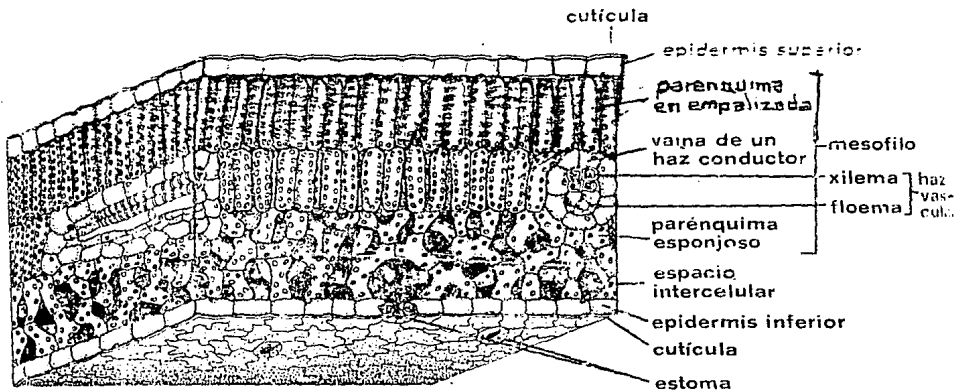
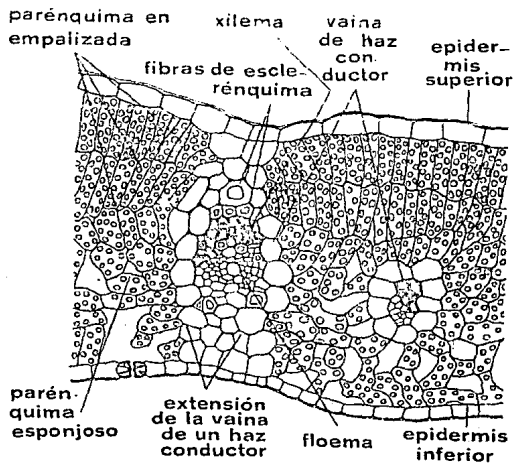


Diagrama de la sección transversal de una hoja, en el que se muestran las células y tejidos.



Sección transversal de hoja de manzano (*Pyrus malus*), que muestra vainas de haz vascular y sus extensiones. El tejido en empalizada tiene tres capas.

11.2.1.2.1.4.1.6 Clasificación de las Hojas.

La clasificación de las hojas se puede llevar a cabo de acuerdo a:

11.2.1.2.1.4.1.6.1 La Forma del Limbo.

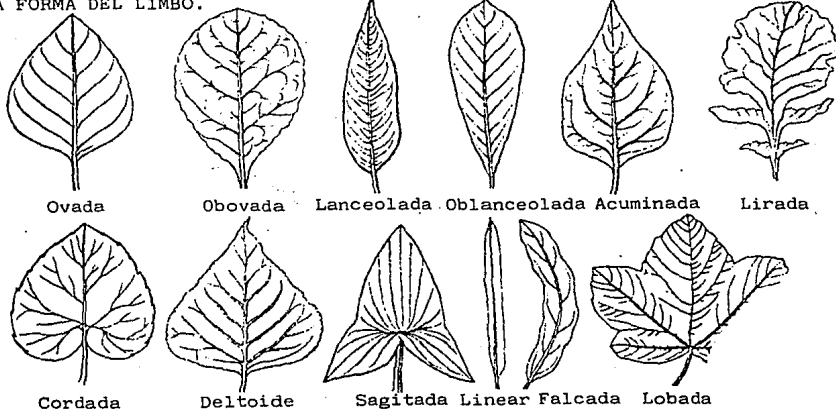
Los caracteres más variables del limbo de la hoja son el ápice, la base y sus bordes; este grado de variación ha hecho que los taxónomos empleen numerosos términos que se derivan de la geometría plana y otras fuentes.

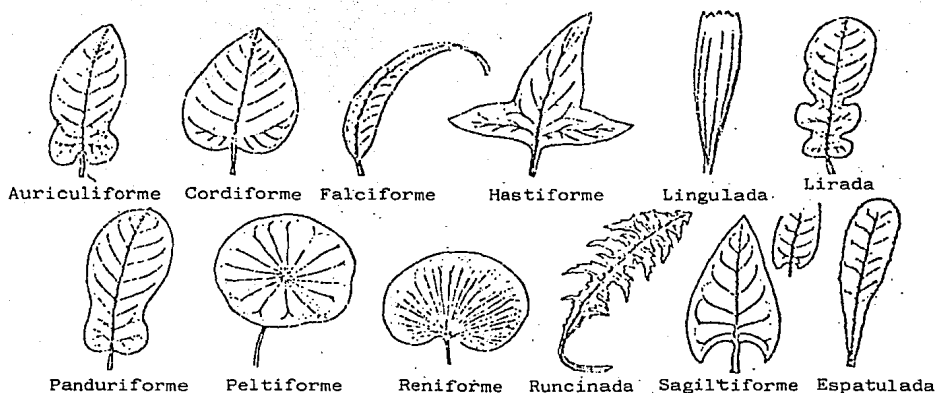
El limbo puede ser lineal (largo u angosto), elíptico, oblongo, orbicular, cordado (en forma de corazón), asimétrico, oval, poligonal, triangular, reniforme (en forma de riñon), ovado (en forma de huevo) espatulado, cocleariforme (en forma de cuchara), panduriforme (en forma de guitarra), flabelado (en forma de abanico), sagital (en forma de flecha), cuneiforme (en forma de cuña), lanceolado, acinaciforme (en forma de sable curvo), ensiforme (en forma de espada), viti-forme (en forma de cinta), acicular (larga delgada y puntiaguda), --lancerada (si el limbo pafece desgajado).

Existen todavía más términos para describir otras formas menos comunes, frecuentemente es necesario usar más de un término o bien términos compuestos.

A continuación se presentan las ilustraciones que muestran las hojas más conocidas clasificadas de acuerdo al limbo. (figura 9)

LA FORMA DEL LIMBO.





Las hojas por su forma pueden describirse por medio de figuras planas geométricas, el siguiente esquema nos da una idea de esto.

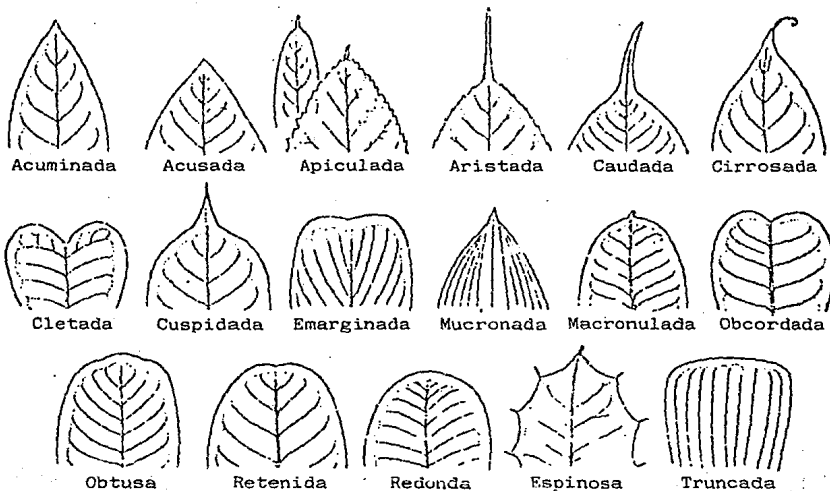
(Adapted from Tison, 1952)

	1-0	0-1	1-1	2-1	3-2	6-5	1-1	5-6	2-3	1-2	1-3	1-6	1-2
Linear													

11.2.1.2.1.4.1.6.2 Por su Apice.

Este puede ser redondeado, obtuso, agudo o truncado.

A continuación se ilustran las hojas más características de acuerdo a su ápice.



11.2.1.2.1.4.1.6.3 Por sus Bordes .

El margen de una hoja puede ser entero, es decir sin dentación; o -- bien dentado, festonado, ondulado, o estar cortado en varias aserradas, o lóbulos. La dentación marginal puede ser poco profunda o bien dejar huecos talés que se extiendan casi hasta la vena media de la -- hoja.

Las figuras que se presentan dan algunos ejemplos de los bordes de -- la hoja.



Entera



Serrada



Biserrada



Sinuada



Aculada



Ciliada



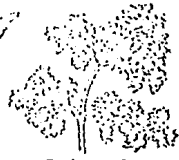
Ciliada



Crenada



Crenulada



Crispada



Dentada



Semidentada



Dividida



Doble-serrada



Entera



Irregular



Incisa



Lancerada



Lacinada



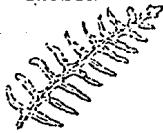
Lobada



Palmatifida



Partida



Pinatifida



Revolutada



Serrada



Serrada



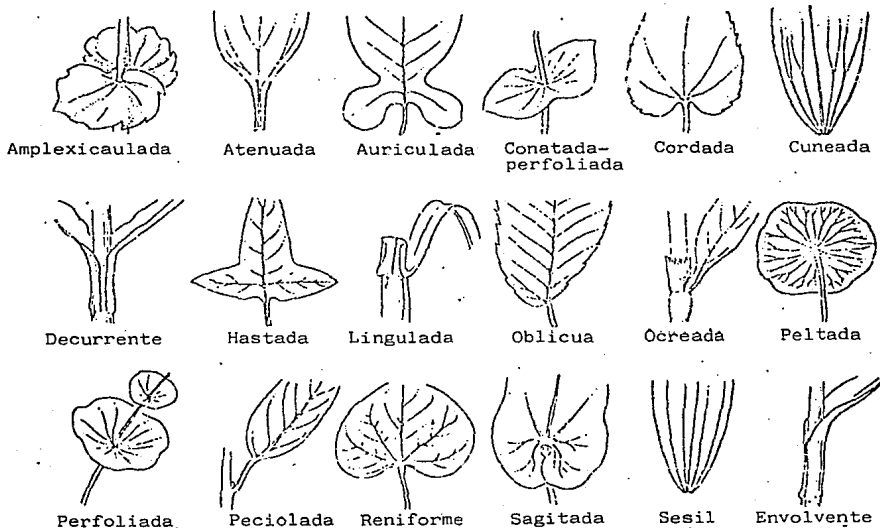
Sinuada



Ondulada

11.2.1.2.1.4.1.6.4 Por su Base.

La base de la hoja puede ser redonda, en forma de corazón o truncada. Las siguientes ilustraciones muestran algunos ejemplos.



11.2.1.2.1.4.1.6.5 Por la Nervación.

Por la disposición de los nervios en las hojas las angiospermas también pueden ser clasificadas en las dos subclases que comprende este subphylum, así:

Las monocotiledóneas disponen los nervios en sus hojas paralelamente, por lo que se les llama paralelinervias.

En cambio las dicotiledóneas disponen sus nervios formando un dibujo reticular. Algunas de ellas tienen una vena bien marcada que corre a todo lo largo de la hoja, con venas laterales, este tipo de nervadura se llama 'pinnada'. En otras hojas varios nervios muy señalados arrancan de la base desde el pecíolo y se extienden en el limbo como los dedos de la mano este tipo de nerviación es la 'palmeada'.

Las hojas a su vez se pueden dividir en simples y compuestas.

11.2.1.2.1.4.1.6.5.1 En la hoja simple el limbo no está dividido, -- aunque el borde puede ser dentado con variedad de insicciones.

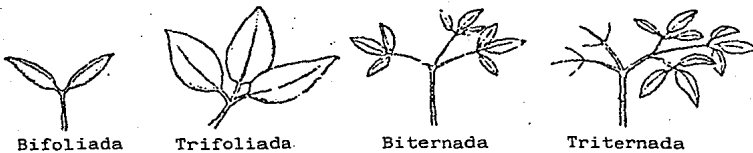
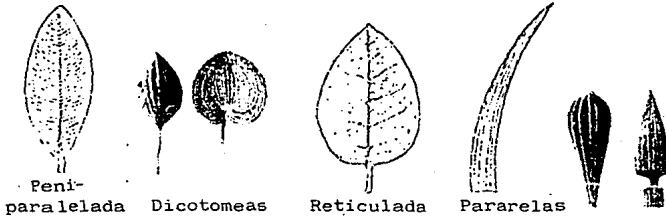
11.2.1.2.1.4.1.6.5.2 En la hoja compuesta el limbo esta dividido en pequeñas partes en forma de pequeñas hojas llamadas 'foliolos'.

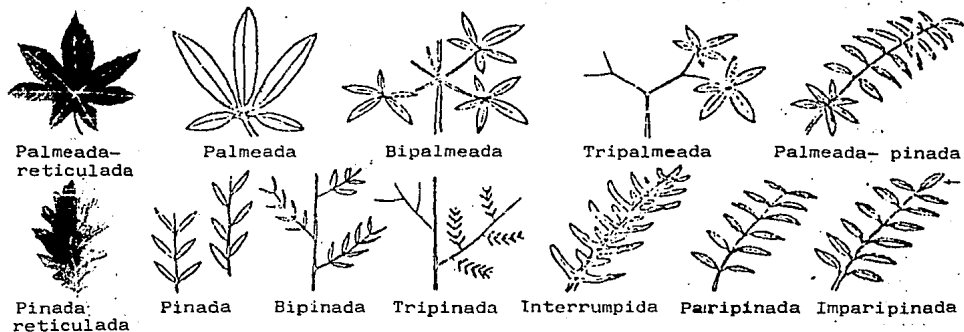
Hay dos tipos generales de hojas compuestas:

11.2.1.2.1.4.1.6.5.2.1 Compuestas palmeadas, en donde todos los foliolos están unidos a la punta del pecíolo.

11.2.1.2.1.4.1.6.5.2.2 Compuestas pinnaticompuestas, en las cuales -- los foliolos nacen a los lados de un pedicelo central.

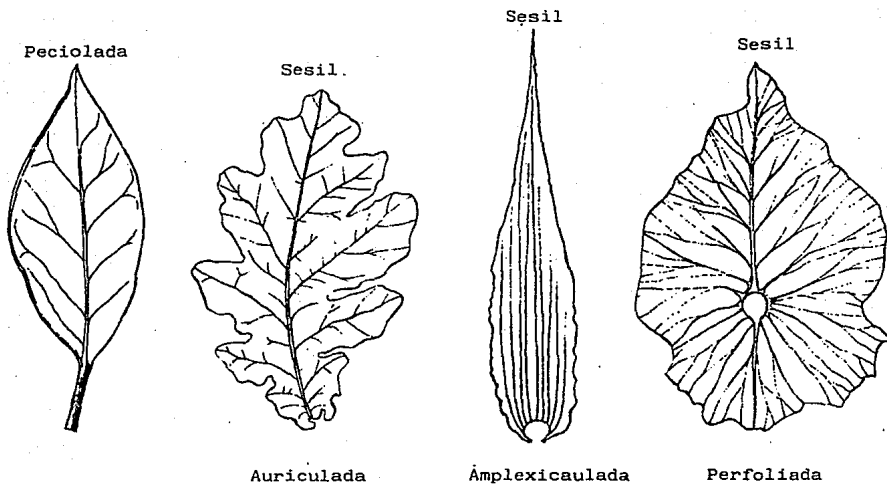
Los siguientes dibujos muestran algunos tipos de hojas que se clasifican de acuerdo a su venación.





11.2.1.2.1.4.1.6.6 Por su Inserción al Tallo.

Cuando las hojas carecen de pecíolo se llaman *apecioladas*; pero la forma en que se une al tallo por medio del pecíolo o pedúnculo las hace llamarse '*pecioladas*'; otras hojas se insertan al tallo en forma de abrazadera estas se llaman '*amplexicales*'; o bien cuando se juntan al tallo formando una vaina, se llaman '*envainantes*'!

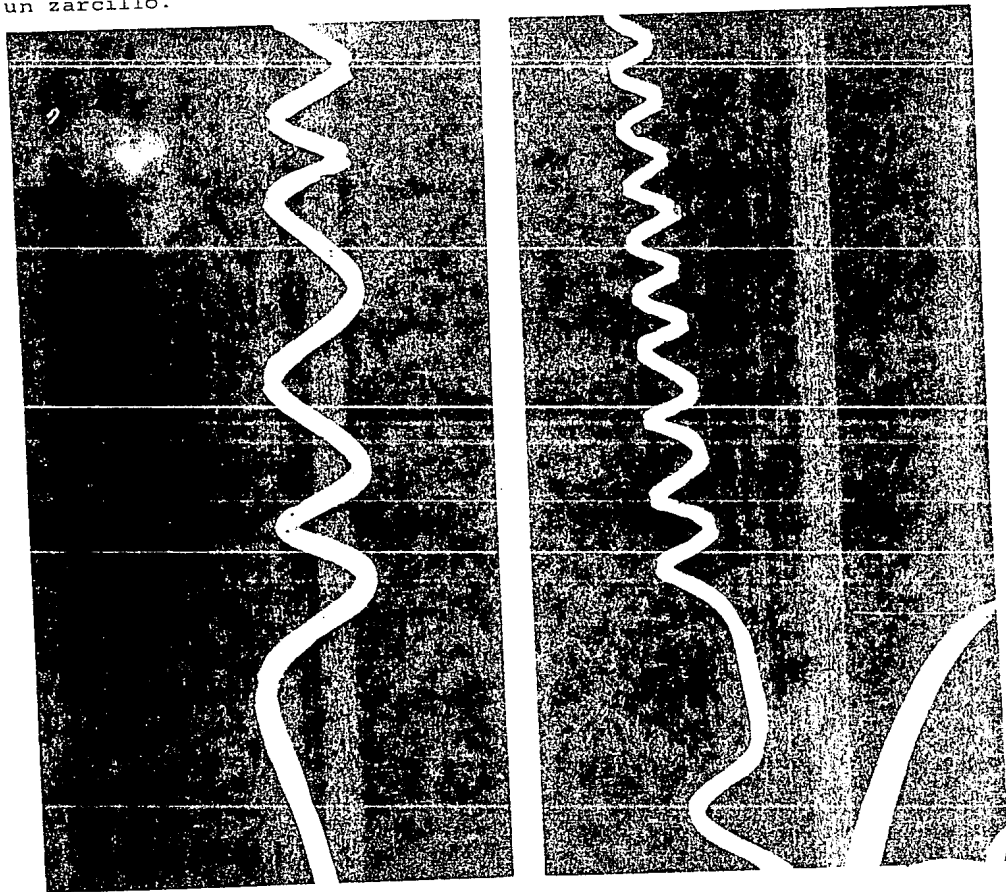


11.2.1.2.1.4.1.6.7 Modificaciones de la Hoja.

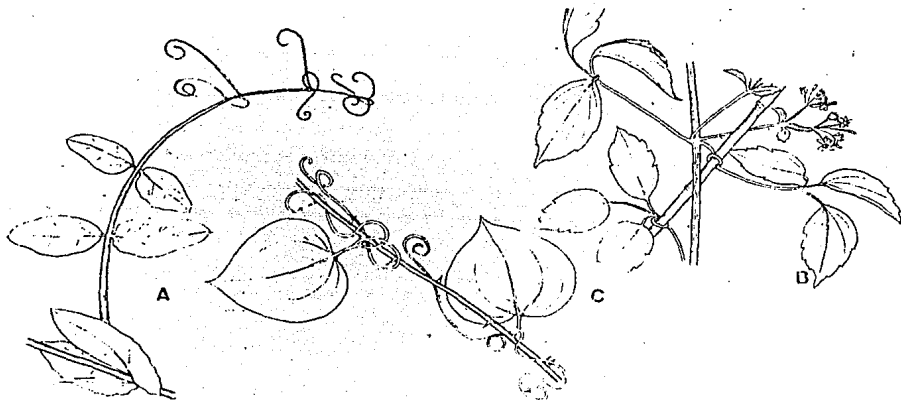
Las hojas o partes de estas pueden convertirse en:

11.2.1.2.1.4.1.6.7.1 Zarcillos. Son hojas transformadas que ayudan a la planta a trepar enroscándose en un soporte. (figura 10)

Las ilustraciones que aparecen en esta página son ampliaciones de un zarcillo.



Zarcillos. A: Guisante (*Pisum sativum*) con hojas convertidas en zarcillos. B: Clemátide (*Clematis virginiana*). El peciolo obra como zarcillo. C: Zarcaparrilla (*Smilax rotundifolia*), cuyos zarcillos se han considerado como estípulas, pero su estructura demuestra que son partes del peciolo. En la fase inicial de la formación del peciolo, éste se hiende cerca de la base y produce un zarcillo a cada lado.



11.2.1.2.1.4.1.6.7.2 Espinas. Son hojas que perdieron su color verde y su forma aplanada para hacerse delgadas cónicas y duras.



11.2.1.2.1.5 LA FLOR.

11.2.1.2.1.5.1 Características Generales.

11.2.1.2.1.5.1.1 Posición.

La Flor es la parte de las plantas fanerógamas formada por un conjunto de hojas modificadas generalmente de vistosos colores, y que contienen los órganos reproductores de la misma. Se originan a partir de yemas florales que nacen del tallo, cuando la planta a llegado a su estado adulto. Las flores tienen crecimiento limitado.

11.2.1.2.1.5.1.2 Función.

La flor es el órgano que se encarga de la producción de las semillas en las plantas angiospermas.

11.2.1.2.1.5.1.3 Morfología Externa.

La estructura de la flor es muy variable, sin embargo todas las flores presentan el mismo plan estructural básico. (figuras 1 y 2)

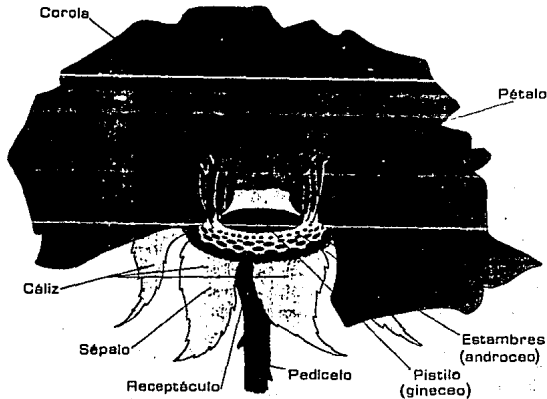
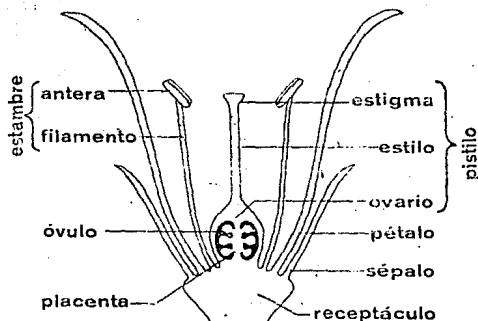


Fig. 2. Dibujo esquemático que muestra la disposición de los órganos florales.



La disposición de los órganos florales empezando por la base de la flor es el siguiente:

11.2.1.2.1.5.1.3.1 Receptáculo. Porción donde están insertadas las partes florales. (veáse figura 2)

11.2.1.2.1.5.1.3.2 Sépalos. Forma el grupo más externo de los círculos florales, típicamente son de color verde, tienen como función cubrir y encerrar a las otras partes florales antes de que la flor abra los números más comunes de sépalos son 2, 3, 4, 5 o más. (veáse figura 2)

11.2.1.2.1.5.1.3.3 Cáliz. El conjunto de sépalos recibe el nombre de cáliz. (figura 3)



11.2.1.2.1.5.1.3.4 Pétalos. Forma el segundo grupo de hojas florales; típicamente son de colores llamativos. Los pétalos generalmente se en-

cuentran en el mismo número que los sépalos y dispuestos en una espiral cerrada que forma un sólo círculo aparentemente. (veáse figura 2) 11.2.1.2.1.5.1.3.5 Corola. Está constituida por el conjunto de pétalos. La corola puede ser 'dialipétala' si los pétalos son libres, o 'gamopétala' si los pétalos están unidos.

A continuación se muestran algunos dibujos de los diversos tipos de corolas.

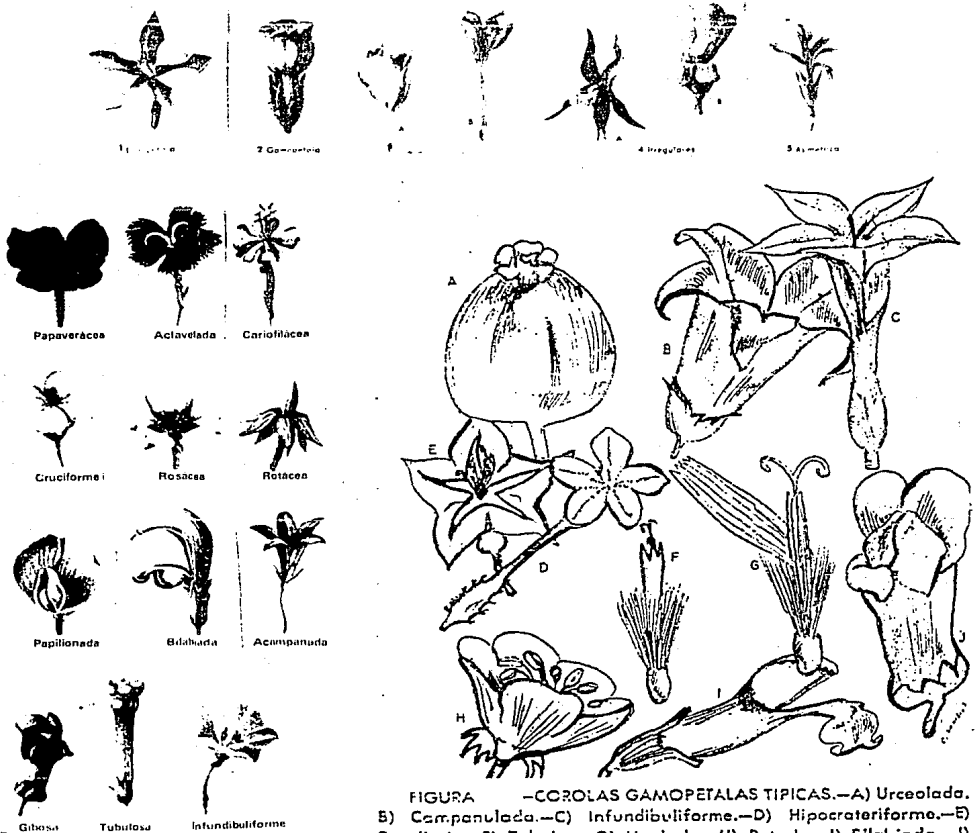
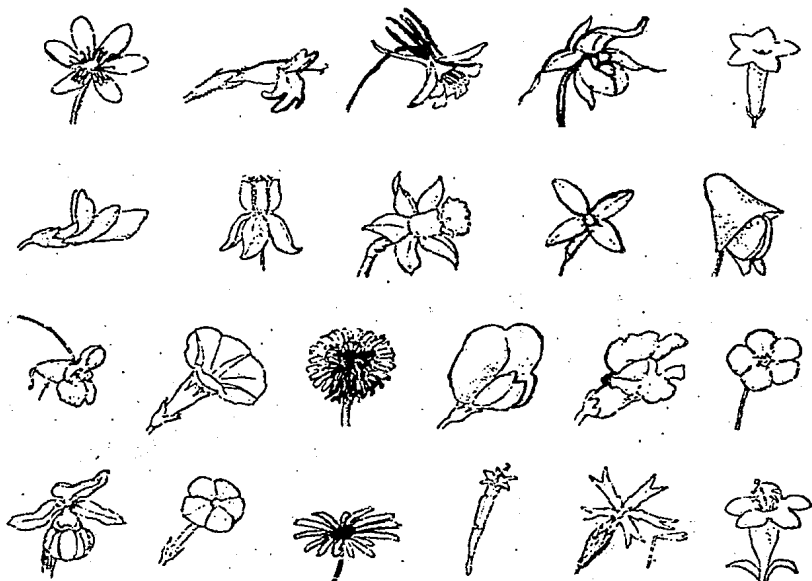
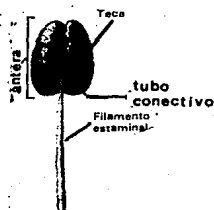


FIGURA —COROLAS GAMOPETALAS TÍPICAS.—A) Urceolada. B) Campanulada.—C) Infundibuliforme.—D) Hipocrateriforme.—E) Estrellada.—F) Tubular.—G) Ligulada.—H) Rotada.—I) Bilabiada.—J) Personada.

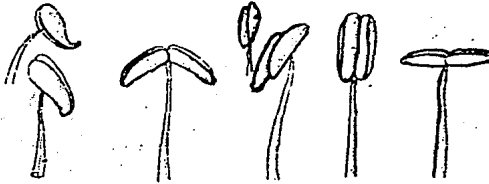
11.2.1.2.1.5.1.3.6 Periantio. Está constituido por el cáliz y la corola reunidos. A continuación se presentan algunos tipos estructurales característicos del periantio.



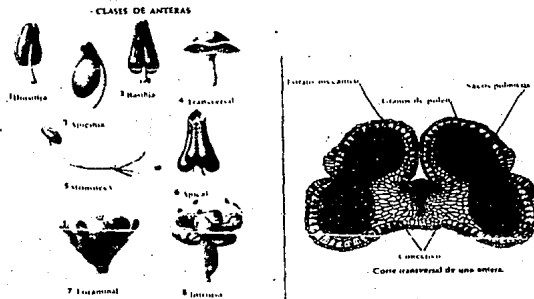
11.2.1.2.1.5.1.3.7 Estambres: Son los órganos masculinos de la flor, - cada estambre consiste en un filamento delgado, el cual termina en un ensanchamiento o 'antera' que contiene los granos de polen.



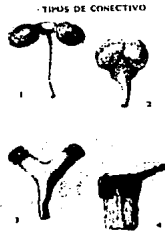
La figura 5 muestra diversos tipos de disposición de los estambres.



La figura 6 muestra algunas clases de anteras que existen y un corte transversal de la antera en donde aparecen los granos de polen.



La figura 7 muestra los tipos de 'conectivo', que es la porción que - a las dos 'tecas' de la antera y el filamento del estambre.



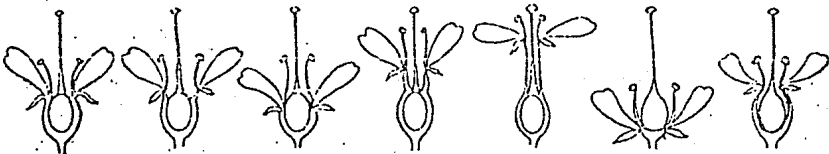
11.2.1.2.1.5.1.3.8 Androceo. El conjunto de estambres de una flor, es llamado 'androceo'. El número de estambres por flor, difiere en los

diversos géneros y familias de plantas angiospermas.

La figura 8 muestra diversos tipos de disposición de los estambres, del androceo.

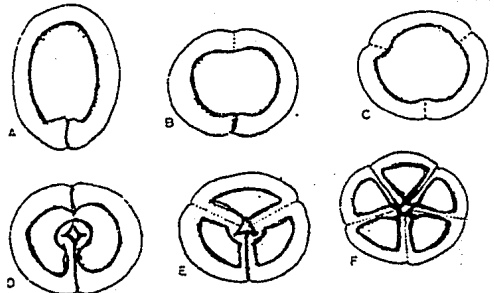


La figura 9 muestra la posición y postura de los estambres en la --- flor.

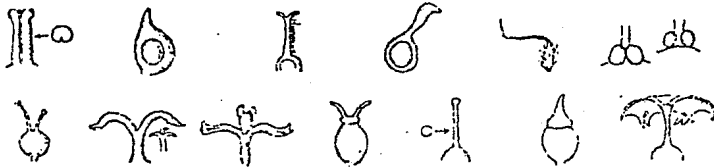


11.2.1.2.1.5.1.3.9 Pistilo. Está situado en el centro de la flor, es el órgano femenino de la porción floral; consta de un saco basal u ovario, que puede ser de diferentes tipos. (figura 10)

CAVIDADES DEL OVARIO.—A) Unicarpelar, unilocular.—B) Bicarpelar, unilocular.—C) Tricarpelar, unilocular.—D) Bicarpelar, bilocular.—E) Tricarpelar, trilocular.—F) Pentacarpelar, pentalocular.



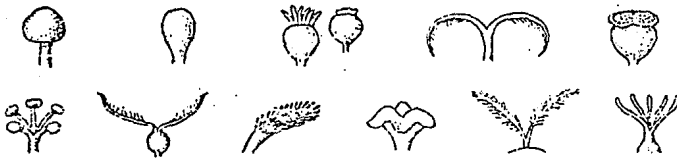
11.2.1.2.1.5.1.3.10 El Estilo. Es la parte superior del ovario, prolongado en forma de estilete. La morfología del estilo es muy variada a continuación se muestran algunos ejemplos.



--Varios tipos de gineceo.



11.2.1.2.1.5.1.3.11 El Estigma. Es la parte terminal ensanchada que recibe los granos de polen, y que está conectada por medio del estilo al ovario. Existen varios tipos de estigmas, y a continuación se muestran algunos de ellos.



11.2.1.2.1.5.1.3.12 Los Carpelos. Son los órganos femeninos de la flor. En el pistilo simple sólo se encuentra uno, mientras que el pistilo compuesto consta de dos o más carpelos. El carpelo es una hoja modificada cerrada (en el caso de las angiospermas) que forma el ovario.

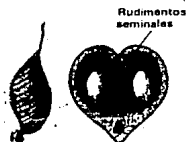
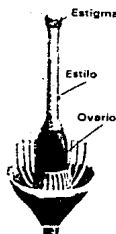


Fig. - Formación del ovario por una hoja carpelar.

11.2.1.2.1.5.1.3.13 Gineceo. Es el conjunto de órganos femeninos de la flor. Estos órganos, en número variable son los carpelos. El carpelo consta de tres partes: el ovario, el estilo y el estigma. (figura-11)



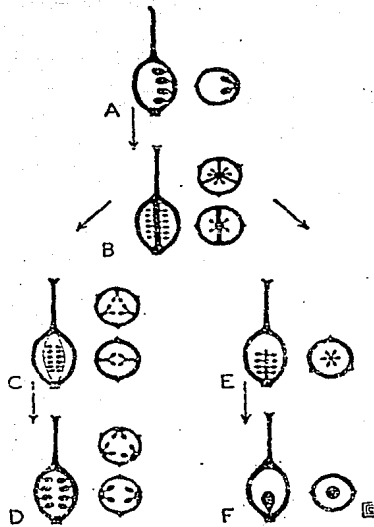
- El pistilo.

11.2.1.2.1.5.1.3.14 Placentación. Recibe el nombre de 'placentación' a la situación y posición que presenta la placenta en el carpelo y el lugar que ocupa en el ovario.

Los óvulos que más tarde se desarrollarán en semillas, aparecen sobre la superficie interna de los carpelos, cerca de los bordes.

El tejido de inserción de uno o varios óvulos se llama 'placenta'.

En el esquema que se muestra en las siguientes ilustraciones se encuentran las placentaciones más importantes.



Tipos de placentación: A, parietal en un pistilo simple; B, axial en un pistilo con dos o tres carpelos; C, D, parietal en un pistilo compuesto con dos o tres carpelos, las placentas intrusivas en C; E, libre-central; F, basal

11.2.1.2.1.5.1.4 Tipos de Flores.

11.2.1.2.1.5.1.4.1 Flor Hermafrodita. Cuando está posee androceo y gineceo.

11.2.1.2.1.5.1.4.2 Flor Femenina. Cuando falta androceo.

11.2.1.2.1.5.1.4.3 Flor Masculina. Cuando falta gineceo.

11.2.1.2.1.5.1.4.4 Flor Completa. La que presenta 4 tipos de órganos-florales: sépalos, pétalos, estambres y pistilos.

11.2.1.2.1.5.1.4.5 Flor Incompleta. Es la que está desprovista de cáliz o de corola o ambos.

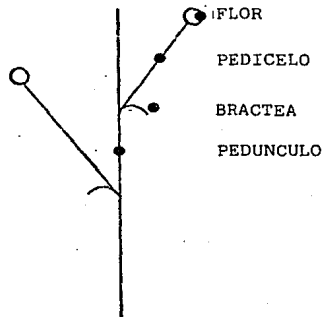
11.2.1.2.1.5.1.4.6 Flor Perfecta. Es aquella que presenta cáliz, corola, estambres y pistilos.

11.2.1.2.1.5.1.4.7 Flor Imperfecta. Es aquella que no tiene androceo o pistilo.

11.2.1.2.1.5.2 INFLORESCENCIAS.

El conjunto de ramificaciones rematadas por flores se denominan 'inflorescencias'; las flores nacen en grupos sobre un eje, llamado 'pedúnculo' o sobre ramificaciones de este llamadas 'pedicelos'.

Las 'bracteas' son hojas modificadas, pequeñas y en ocasiones ausentes. (esquema 1)



Las inflorescencias se dividen en dos grupos principales, ambos pueden ser simples o compuestos según el eje primario (pedúnculo) produzca pedicelos con una sola flor, o bien que estos pedicelos se ramifiquen de nuevo.

11.2.1.2.1.5.2.1 Inflorescencia Indeterminada o Racemosa.

Recibe el nombre de indeterminada por la falta de una flor terminal - en el eje principal, debido a lo cual este crece alargándose por algún tiempo después de la abertura de la primera flor. En este tipo de inflorescencias existe un eje principal que domina a los ejes laterales de donde crecen y brotan las flores.



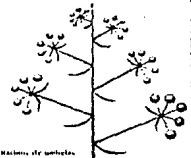
Racimo



Racimo



Racimo de espigas



Racimo de umbelas



Espiga



Espiga

Espiga de espigas



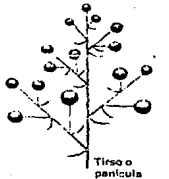
Espádice



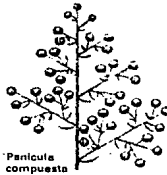
Espádice



Pánicula



Tirso o panícula



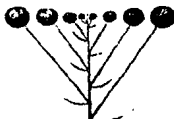
Panícula compuesta



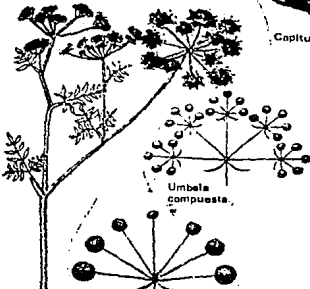
Corimbo



Corimbotirso



Corimbo



Umbela

Umbela



Capítulo



Capítulo

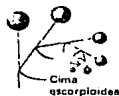
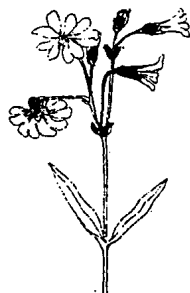
11.2.1.2.1.5.2.2 Inflorescencia Determinada o Cimosa.

Son aquellas que siempre tienen una flor en el extremo del eje principal, de manera que el crecimiento se anula. Por debajo de la flor del eje se producen una o dos ramificaciones laterales, también terminadas en flor y pueden seguir ramificándose de la misma manera.

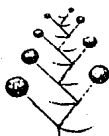
Todas las inflorescencias determinadas pueden, en un sentido amplio - ser denominadas cimas.



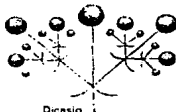
Cima Monocásica

Cima
escorpioides

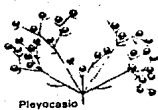
Cima Dicásica



Monocasio



Dicasio



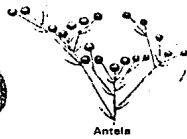
Pleyocasio



Ripidio

Drepanio de
eje recto

Sicario



Antela



Clisio

11.2.1.2.1.6 POLEN.

11.2.1.2.1.6.1 Características Generales.

11.2.1.2.1.6.1.1 Morfología del Polen.

El término botánico, 'polen' (del latín pollen-inis) significa polvo muy fino. La ciencia que estudia los caracteres morfológicos, así como la composición química del polen se denomina Palinología. (Hyde - 1944)

Para comprender y describir el grano del polen hay que tener en cuenta que es una célula tridimensional que ocupa un volumen en el espacio.

11.2.1.2.1.6.1.2 Forma.

El polen es como una pequeña esfera cuya pared no es un todo continuo. La forma del polen varia mucho dependiendo de las circunstancias que le rodeen. Si el polen se encuentra en un medio ambiente húmedo, este se llena de agua, por consiguiente se expande y su pared aparece lisa y estirada. Si por el contrario la ambientación es seca apreciaremos que se vuelve plegada.

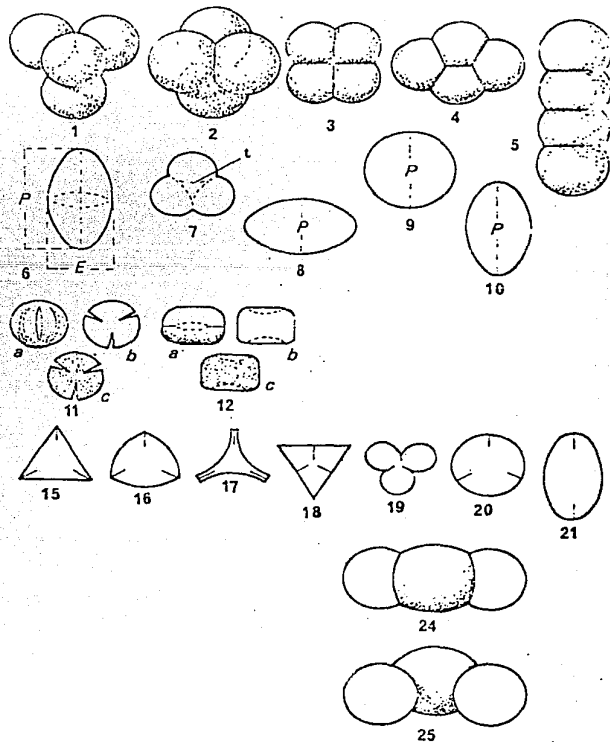
Los granos de polen son unicelulares, con apariencia de polvo muy fino, pero vistos bajo el microscopio revelan la enorme diversidad de figuras y formas: esféricas, elípticas, triangulares, etc.

Generalmente bellamente esculpidas o adornadas con patrones fantásticos y en gran variedad de colores: naranja, rojo, azul, púrpura, aunque casi siempre son de color amarillo.

A continuación se muestran dos láminas que ilustran las formas más comunes del polen.

LAMINA I. FORMA

- 1, 2, 3, 4, 5. Diferentes tipos de tétrades.
6. Esquema de la orientación de un grano de polen en vista meridiana: P, eje polar; E, diámetro ecuatorial que divide al grano en los dos casquetes polares.
7. Grano de polen en vista polar: t, lado del triángulo polar o apocolpio.
8. Polen oblato.
9. Polen esférico.
10. Polen prolato.
11. Polen radiosimétrico isopolar en vistas meridiana (a) y polares (b, c).
12. Polen bilateral isopolar en vistas meridiana (a) y polares (b, c).



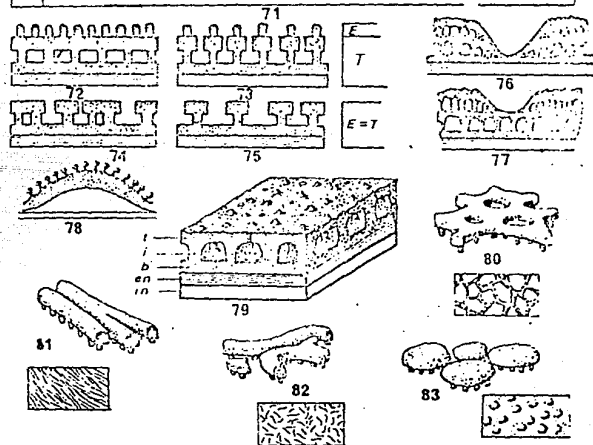
- 15-21. Contorno del polen en vista polar con la zona interapertural: 15, plana; 16, convexa; 17, cóncava; 18, angular; 19, lobada; 20, circular; 21, elíptica.

- 24, 25. Polen vesiculado o saccato.

ESPORODERMIS	PAREDES	CAPAS		ESTRATOS	
	EXINA	SEXINA	ECTEXINA	TECTUM	
		NEXINA		INFRAECTUM	
			ENDEXINA	BASE	
INTINA					

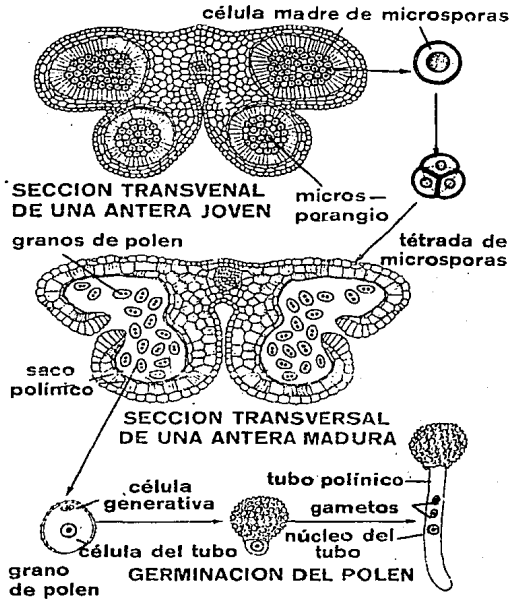
LÁMINA II. ESTRUCTURA DE LA ESPORODERMIS

71. Diagrama de la estratificación de la esporodermis del polen.
 72. Polen tectado imperforado.
 73. Polen tectado perforado.
 74. Polen semitectado.
 75. Polen intectado.
 76. Polen fenestrado.
 77. Polen lotado.
 78. Polen cavado.
 79. Estructura de la esporodermis: t, tectum; i, infratectum (báculos); b, base; en, endexina; in, intina.
 80. Polen reticulado.
 81. Polen estriado.
 82. Polen rugulado.
 83. Polen insulado.
 84. Estructura de la pared del polen saccato: en, endexina; ec, ectexina.



11.2.1.2.1.6.1.3 Posición y Localización.

El polen se origina en el saco polínico, que se encuentra localizado en el androceo de la flor, más particularmente en la antera, la cual presenta dos cavidades, cada una de las cuales encierra generalmente dos sacos polínicos.



La antera y el grano de polen. En el interior del microsporangio cada célula madre de microsporas se divide y forman una tétrada de cuatro microsporas que se separan poco después. El núcleo de cada microspora se divide, originando la célula del tubo y la célula generativa en el interior de la microspora, que de este modo se convierte en grano de polen. Después de la polinización, el grano de polen germina, produciendo el tubo polínico, y la célula generativa da origen a dos gametos masculinos.

11.2.1.2.1.6.1.4 Polinización.

La polinización es el transporte del grano de polen de la antera hasta el estigma. Cuando los sacos polínicos se rasgan los granos de polen salen al exterior y son transportados hasta el gineceo. Durante dicho traslado el polen está sujeto a una serie de condiciones adversas, por lo que la naturaleza lo ha dotado de una cubierta resistente que lo preserva de su posible destrucción.

El polen puede ser ligero y bouyante o pesado y pegajoso, según el tipo de transportación que emplee durante la polinización.

Existen dos tipos de polinización:

11.2.1.2.1.6.1.4.1 Autopolinización. Es la polinización del estigma por el polen de la misma flor.

11.2.1.2.1.6.1.4.2 Polinización Cruzada. Es el transporte del polen de la antera de la flor al estigma de otra porción floral de diferente planta.

La polinización puede ser realizada por medio de diferentes agentes:

Polinización por medio de insectos o entomófila.

Polinización por medio del viento o anomófila.

Polinización por medio del agua o hidrogamia.

Polinización por medio de animales voladores como murciélagos, pájaros, colibríes u ornitógama.

Polinización por medio de gusanos o malacófilia.

Polinización por medio de animales o zooidiófilia.

11.2.1.2.1.6.1.4.2.1 Polinización por medio de insectos.

Aproximadamente el 80% de las plantas fanerógamas son polinizadas por medio de insectos. Los principales agentes polinizadores son abejas, avispas, mariposas, palomillas, escarabajos o moscas.

Tres características propias de las flores polinizadas por insectos: Poseen aromáticos y fuertes olores, poseen vistocidad y colorido, poseen una forma específica.

Muchas de estas flores tienen tejidos especializados llamados nectararios (que contienen el néctar líquido que contiene de 4 a 65% de azúcar, y es la materia prima de la miel), de donde sustraen su alimento los insectos polinizadores.

Experimentos realizados han confirmado la creencia general de que es el color o el olor de las flores lo que atrae a los insectos hacia las flores.

El sentido del olfato de los insectos es sensible y les permite descubrir olores a distancias considerables. El órgano de la visión particularmente de las abejas tiene ceguera para el color rojo puro, el cual ven como negro.

Perciben cuatro gamas de colores, pero son capaces de distinguir los-

siguientes colores de cada grupo:

amarillo, naranja, verde-amarillo, azul-violado, púrpureo, azul-verde y rayos ultravioleta.

La polinización ocurre incidentalmente cuando los insectos visitan -- las flores en busca de su alimento. El polen gracias a su superficie áspera y viscosa así como su gran densidad se adhiere a las piezas bucales, cabeza, patas, y pelos del cuerpo del insecto que se ha posado en una flor. Si este mismo insecto pasa después a otra flor, algo de ese polen se pegará al estigma realizandose así la polinización cruzada.

Las flores de muchas plantas están constituidas de tal modo que son -- visitadas sólo por una o a lo más dos especies de insectos.

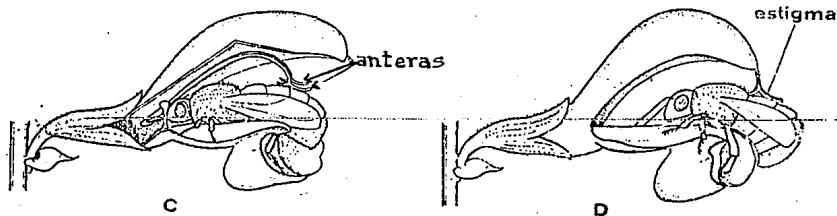
Existe una estrecha relación entre la profundidad del tubo de la corola y la longitud de las piezas bucales del insecto que habitualmente las visita.

El néctar se halla a tal profundidad en el tubo de la corola que sólo es accesible para las mariposas y palomillas que poseen piezas tubulares largas.

Las flores con corola de tubo corto o con nectarios expuestos son visitados por gran variedad de insectos entre ellos las moscas.

La figura nos muestra la polinización de una flor por un insecto.

Polinización en la salvia (*Salvia pratensis*).



C: La abeja empuja la lámina, las anteras se doblan hacia abajo y depositan el polen sobre el dorso de la abeja.

D: La abeja visita una flor más vieja. El estigma, entretanto, creció hacia abajo los lóbulos se han abierto y la abeja roza el estigma y le cede el polen.

11.2.1.2.1.6.1.5 Tamaño.

El tamaño de un grano de polen se define por las longitudes de sus ejes polares y ecuatoriales. Este oscila entre 5 micras y 200 micras las medidas de longitud y anchura de un grano de polen no incluyen toda aquella escrescencia (espinas o verrugas) de la pared polínica que sobrepase las 0,5 micras de longitud.

11.2.1.2.1.6.1.6 Estructura del Polen.

El polen tiene una membrana protectora que lo envuelve llamada 'esporodermis'.

La esporodermis está constituida a su vez por dos paredes:

11.2.1.2.1.6.1.6.1 Extina. Es la pared externa y resistente del polen. Su resistencia a la destrucción es una de las mayores dentro del reino vegetal.

La extina consta de tres estratos:

11.2.1.2.1.6.1.6.1.1 Téctum. Constituye el estrato más externo del grano de polen en la mayoría de los casos presenta elementos estructurales o cavidades.

11.2.1.2.1.6.1.6.1.2 Infratéctum. Estrato que se encuentra debajo del téctum, está formado por bastoncillos denominados 'báculos'. Cuando el polen está desprovisto de téctum estos báculos están rematados por unos ensanchamientos o cabezuelas.

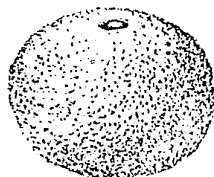
11.2.1.2.1.6.1.6.1.3 Base. Es el estrato que forma una banda lisa al pie de los báculos.

11.2.1.2.1.6.1.6.2 Intina. Alrededor de la célula viviente se encuentra siempre presente esta capa, pared de espesor regularmente homogéneo, que se localiza por debajo de la exina. (esta capa es fácilmente degradable).

A continuación se muestran dos láminas con los tipos de ornamentación del polen.

LÁMINA IV. ORNAMENTACION DEL POLEN

91. Polen granuloso de *Bromus mollis* L.
92. Polen verrugoso de *Quercus pyrenaica* Willd.
93. Polen fenestrado, lofado, de *Taraxacum officinale* L.
94. Polen estriado de *Helianthemum caputfelis* Boiss.
95. Polen equinado de *Artemisia camphorata* Vill.
96. Polen equinado de *Solidago virgaurea* L.
97. Polen foveolado de *Tilia platyphyllos* Scop.
98. Polen fosulado de *Castanea sativa* L.



91



92



93



94



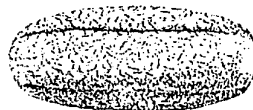
95



96



97



98

11.2.1.2.1.6.1.3 Aperturas. Se conocen con este nombre las áreas adelgazadas y especialmente delimitadas de la exina.

La apertura tiene dos funciones:

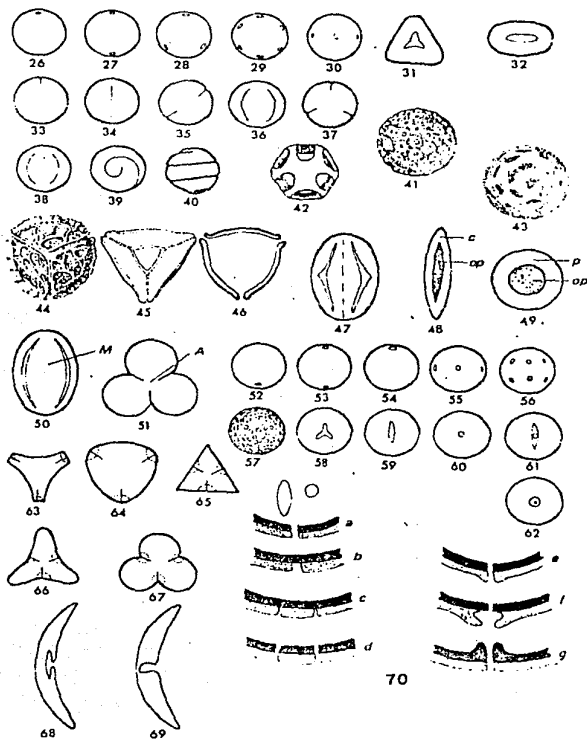
11.2.1.2.1.6.1.3.1 Es el punto de salida del contenido celular del polen en la germinación mediante la aparición de un tubo polínico.

11.2.1.2.1.6.1.3.2 Su función harmomégata, que se refiere a la posibilidad de acomodo del polen, es decir a los cambios de volumen, mediante mecanismos específicos como los surcos germinales.

A continuación se presenta una lámina con los tipos de aperturas más importantes.

LÁMINA V. APERTURAS

26. Polen monoporado.
 27. Polen diporado.
 28. Polen triporado.
 29, 30. Polen estefanoporado.
 31. Espora trileta.
 32. Espora monoleta.
 33, 34. Polen monocolpado.
 35, 36. Polen dicolpado.
 37, 38. Polen tricolpado.
 39, 40. Polen estefanocolpado.
 41. Polen forado (*Chenopodium*).
 42. Polen fenestrado (*Taraxacium*).
 43. Polen cribelado (*Salsola*).
 44, 45. Polen sincolpado.
 46. Polen aspidoporado (*Betula*).
 47. Polen geniculado.
 48. Apertura colporada con opérculo; c, colpo; op, opérculo.
 49. Apertura pororada con opérculo; p, poro; op, opérculo.
 50. Mesocolpio (M).
 51. Apocolpio (A).
 52. Cata-.
 53. Anacata-.
 54. Ana-.
 55. Zono-.
 56. Dizo-.
 57. Panto-.
 58. Tricotomocolpado.
 59. -colpado.
 60. -porado.
 61. -colporado.
 62. -pororado.
 63-67. Polen tricolpado: 63, 64, angulaperturado; 65, planaperturado; 66, sinaperturado; 67, fosaperturado.
 68. Apertura colporada: lolongada.
 69. Apertura colporada: lalongada.
 70. Membranas aperturales de colpo y poro; a, exina ausente; b, ectexina ausente; c, d, opérculo; e, anillo (poro) o margen (colpo); f, vestibulo; g, costilla.



11.2.1.2.1.7 FRUTO.

11.2.1.2.1.7.1 Características Generales.

11.2.1.2.1.7.1.1 Morfología Externa.

Cuando se efectua la fecundación, la flor cambia de aspecto:

Pierde generalmente los pétalos, y el ovario aumenta de tamaño hasta llegar a la etapa de madurez. Se dice que el ovario maduro, junto con cualquier estructura que madure con el y forme una unidad con el mismo, se convertirá en un fruto.

Este fenómeno sucede en las plantas angiospermas. (nombre que significa 'semillas cubiertas')

La pared del ovario del fruto maduro, se denomina 'pericarpio', el cual puede ser suave o duro, carnoso o seco.

11.2.1.2.1.7.1.1.1 El pericarpio consiste en dos o tres capas distintas:

11.2.1.2.1.7.1.1.1.1 Exocarpio, la capa externa que forma una especie de epidermis.

11.2.1.2.1.7.1.1.1.2 Mesocarpio, capa media.

11.2.1.2.1.7.1.1.1.3 Endocarpio, capa interna.

11.2.1.2.1.7.1.2 Función.

El fruto, por ser portador de las semillas, contribuirá a la perpetuación de la especie, mediante su propia dispersión por el viento, el agua, el hombre y los animales. (Ya sea que estos lo ingieran, o a cuyo cuerpo se adhiera)

11.2.1.2.1.7.1.3 Tipos de Fruto.

La forma, textura y estructura de los frutos es infinitamente variable, y para nombrar, clasificar a los frutos será importante la comprensión de la naturaleza de la flor de quien proceden.

En base a esto los frutos se clasifican por lo general en:

11.2.1.2.1.7.1.3.1 Fruto simple seco. El pericarpio o pared, del fruto se vuelve seco o de tipo leñoso. Se deriva de un pistilo simple o compuesto.

Puede ser de dos tipos:

11.2.1.2.1.7.1.3.1.1 Fruto seco deshiscente. Se abre cuando esta maduro, dejando salir a varias semillas y se dividen en:

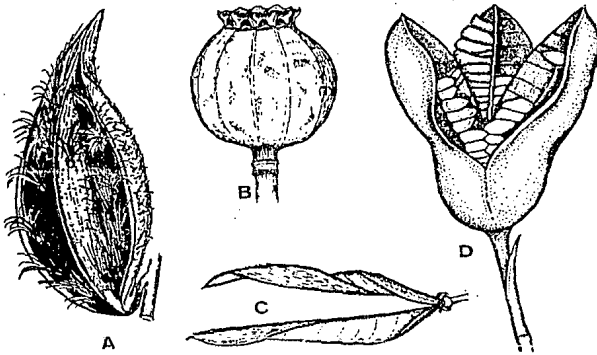
11.2.1.2.1.7.1.3.1.1.1 Legumbre, derivado de un pistilo simple, que -

se abre por ambos lados. Ejemplos son el chícharo y el frijol.

11.2.1.2.1.7.1.3.1.1.2 Folículo, derivado de un pistilo simple. Se abre por un lado. Ejemplos de este es la seda.

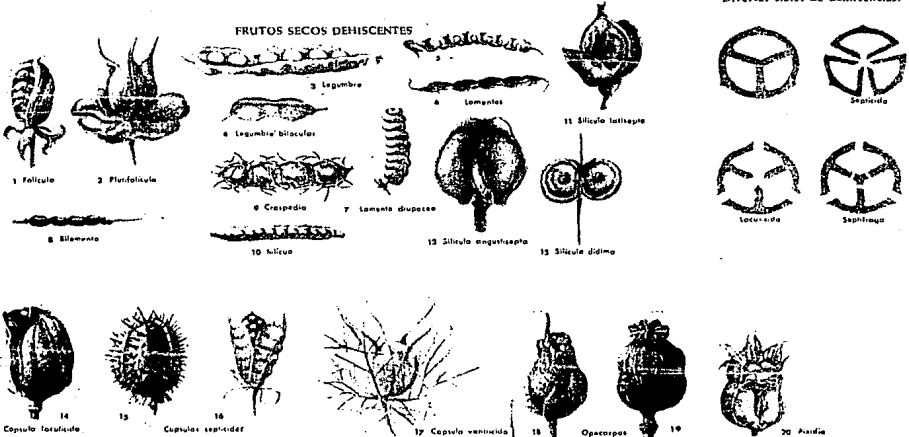
11.2.1.2.1.7.1.3.1.1.3 Cápsula, derivado de un pistilo compuesto. Se abre de diversos modos. Ejemplos son el iris y la amapola.

A continuación se presentan algunos tipos de frutos, según la explicación anterior.



Frutos simples secos.
 A: Folículo de la mata de la seda (*Asclepias syriaca*). B: Cápsula de amapola (*Papaver*). Cuando en las cápsulas inmaduras de adormidera se hacen incisiones con un cuchillo, fluye un jugo lechoso (látex), que se seca y es el opio crudo del comercio. C: Legumbre de altramuz (*Lupinus*). D: Cápsula de lirio (*Iris versicolor*).

Diversas clases de dehiscencias.



11.2.1.2.1.7.3.1.2 Frutos Indehiscentes. Permanecen cerrados cuando están maduros, reteniendo las semillas que por lo general es una sola.

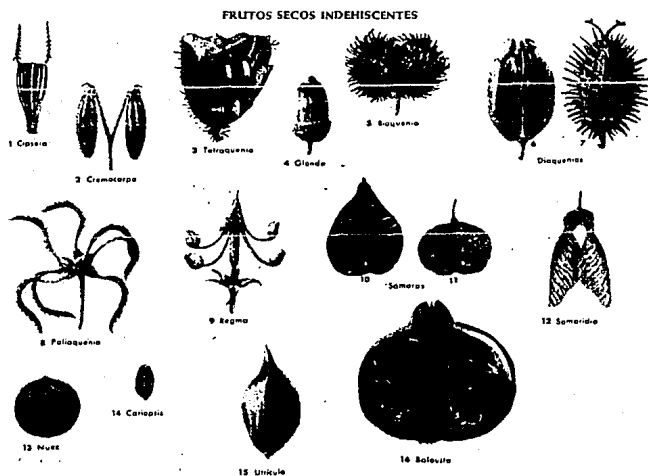
11.2.1.2.1.7.3.1.2.1 Aquenio. Fruto pequeño rara vez de más de un centímetro de longitud, contiene una sola semilla no fusionada con la pared del fruto. Ejemplos son el diente de león, el girasol, la cebada.

11.2.1.2.1.7.3.1.2.2 Grano. Contiene una sola semilla, la cubierta está unida al pericarpio. Ejemplos son las semillas de gramíneas, como el maíz, el trigo.

11.2.1.2.1.7.3.1.2.3 Sámara. El pericarpio está prolongado en una ala delgada y plana, compuesto a veces de dos mitades, cada una con su propia semilla. Ejemplos son las semillas del olmo y el arce.

11.2.1.2.1.7.3.1.2.4 Nuez. Contiene una sola semilla grande dentro de una pared leñosa. Ejemplos son la nuez y la avellana.

A continuación se presentan algunos frutos simples indehiscentes.



11.2.1.2.1.7.1.3.2 Frutos Simples Carnosos. La pared del fruto o pericarpio o parte de él es carnoso. Y se dividen en:

11.2.1.2.1.7.1.3.2.1 Baya. El pericarpio es totalmente carnoso, con semillas una o más de una; el exocarpio de consistencia dura, en ocasiones en vez de ser carnosa. Estas a su vez se dividen en:

11.2.1.2.1.7.1.3.2.1.1 Baya Típica. Pericarpio carnoso, el exocarpio formado por una piel delgada como ejemplos están la uva y el tomate.

11.2.1.2.1.7.1.3.2.1.2 Pepónide. Es una baya con cubierta dura. Ejemplos son la sandía, la calabaza y el pepino.

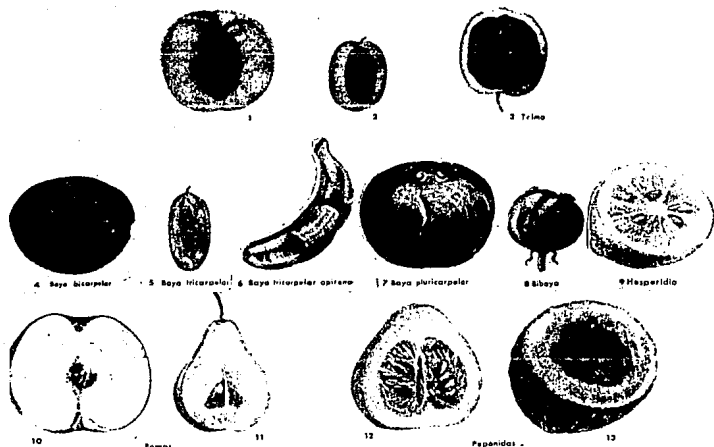
11.2.1.2.1.7.1.3.2.1.3 Hesperidio. Es una baya con cáscara coriácea, separable y secciones divididas por un tejido en forma de papel, como el caso de las frutas cítricas.

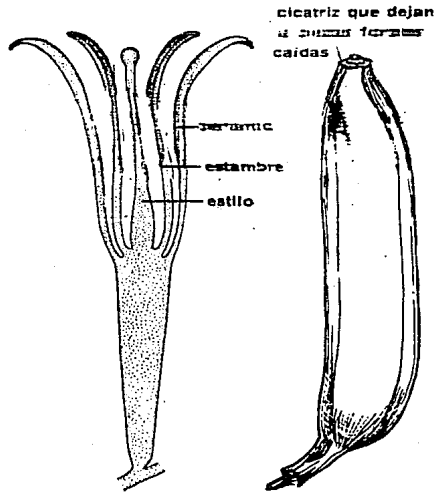
11.2.1.2.1.7.1.3.2.2 Drupa. El endocarpio, esta formado por un hueso que usualmente encierra una sola semilla; el pericarpio se divide en exocarpio y mesocarpio los cuales son carnosos. Ejemplos son la ciruela, la aceituna, el coco, la cereza y el durazno.

11.2.1.2.1.7.1.3.2.3 Pomo. El pericarpio está compuesto de mesocarpio carnoso y endocarpio coriáceo. Generalmente contiene varias semillas en el endocarpio; como por ejemplo la manzana y la pera.

Las figuras que a continuación se muestran son ejemplos de frutos carnosos.

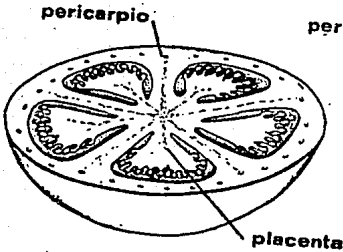
FRUTOS CARNOSOS





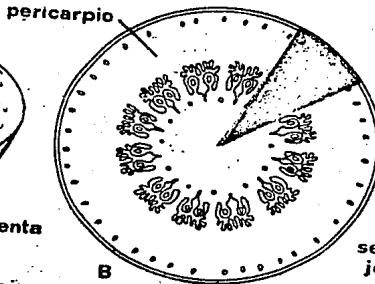
Flor y fruto del bananero (*Musa sapientum*).
Ovario ínfero, fruto accesorio.

Frutos simples carnosos. Bayas.



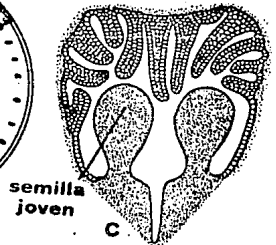
A

A: Sección transversal del tomate (*Lycopersicum esculentum*).



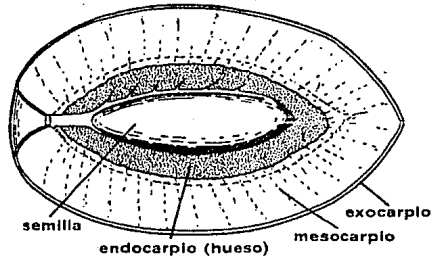
B

B: Sección transversal de un fruto cítrico joven. La porción sombreada es un carpelo.

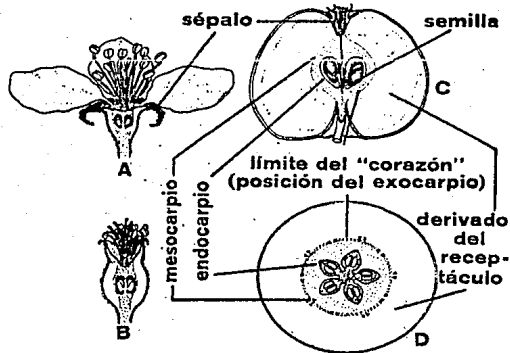


C

C: Interior agrandado de un carpelo de fruto cítrico con las excrecencias multicelulares que formarán la pulpa.



Frutos simples carnosos. Sección longitudinal de una aceituna (*Olea europaea*), fruto en drupa.



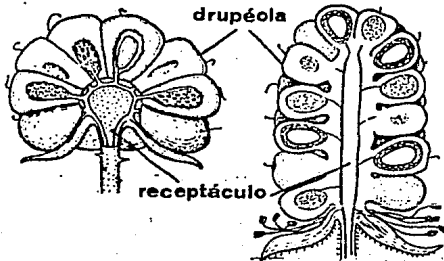
Desarrollo y estructura de la manzana (*Pyrus malus*)
 A: Flor. B: Flor después de la caída de los pétalos. Las partes no sombreadas de A y B representan el tubo floral.
 C, D: Secciones longitudinal y transversal del fruto maduro.

11.2.1.2.1.7.1.3.3 Frutos Agregados. Una porción relativamente pequeña de angiospermas tiene frutos derivados de varios pistilos de una sola flor, como en el caso de la frambuesa.

11.2.1.2.1.7.1.3.3.1 Frutos Agregados Accesorios. También conocidos como frutos compuestos, se derivan de varios pistilos de una sola flor y el receptáculo de la misma. Ejemplos son la fresa y la zarzamora.

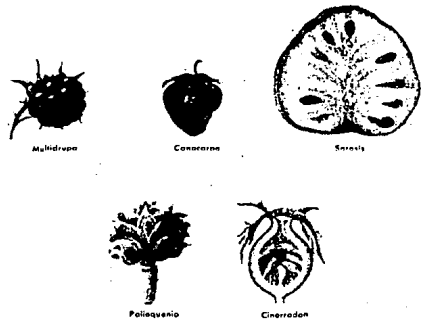
11.2.1.2.1.7.1.3.4 Frutos Múltiples. Se derivan de varias flores las llamadas 'inflorescencias' y que se convierten en varios frutos, estrechamente asociados que al madurar forman un sólo cuerpo, también reciben el nombre de infrutescencias. Como por ejemplo la piña y el higo.

A continuación se dan algunos dibujos que muestran lo anteriormente expuesto.



Frutos agregados. *Isquierda:* Frambuesa.
De fecha: Zarzamora (agregado-accesorio).

FRUTOS COMPUESTOS



19 Steno



Pluridrupe



Sarcocolla

BOTANICA

BIBLIOGRAFIA.

- Becket, Kenneth a., Illustrated Dictionary of Botany, Italiy, New Interlitho, 1977.
- Cronquist, Arthur, Introducción a la Botánica, México, Continental,-- 1975.
- Domenech, Thomas J. M., Atlas de Botánica, 20a., ed., Barcelona, Jover, 1979.
- Quinto Obiols, J., Atlas de la Naturaleza, 9a., ed., Barcelona, Jover, 1980.
- Rosado, Daffny, Amador, Carlos, et. au., Biología Dos, México, Trillas, 1976.
- Saenz, Concepción, Polen y Esporas, 'Introducción a la Palinología y Vocabulario Palinológico', Madrid, Blume, 1978.
- Wilson, Carl L., y Loomis, Walter E., Botánica, México, UTHEA, 1980.
- Wilson, Ron, The Life of Plants, London, Ward Lock Ltd., 1980.

CONCLUSIONES

Puedo afirmar que el objetivo primero que propone la tesis se cumplió ampliamente, en la medida de lo posible, ya que sí se logró, rescatar analizar y sintetizar material importante para solidificar las bases, de la asignatura de genesa.

Con las que se recomienda instruir y contribuir a la preparación profesional del alumno de diseño gráfico, contemplar los aspectos que -- propone el presente estudio para ayudar al alumno al mejoramiento de resultados en cuanto a la creación de imágenes gráficas.

Podremos obtener estos resultados si seguimos lo que nos enseñan los organismos o formas naturales:

a) Las fuerzas que los constituyen deben estar equilibradas, es decir en armonía, sea cual fuere el método que eligamos, para lograrlo. (simetría, proporción áurea, composición reticular, etc.) Esto por supuesto no es una ley que deba seguirse, pero es aconsejable para obtener una base, o más bien dicho la estructura de nuestro diseño.

b) Debemos ser buenos observadores y reunir la información analítica, y sintéticamente, por ejemplo como nos lo propone la biónica o tomando en cuenta cualquier método para la recabación de datos, elementos espaciales, el perfil y aspecto del receptor, sus condiciones socio-económico- culturales, para obtener una respuesta previamente deseada, en cuanto a la proposición que se plantea a través de nuestras -- imágenes; es decir hacer nuestro proyecto contemplando los resultados previos a la realización.

Porque el diseño gráfico no debe perder nunca el contacto con el público, tiene que ser y basarse en necesidades reales, fincadas en estructuras sólidas de investigación, desechando todo aquello que sea superfluo para dar paso a la eficiencia del mensaje a transmitir. Es recomendable usar el camino que imitan las leyes de la naturaleza, ya que esta ha sido prodigada de 'buen diseño', porque todos y cada uno de los elementos que intervienen en los organismos naturales, tienen una función definida que va de acuerdo con la forma que sustentan. Y que es dictada por la eficiencia de su forma en cuanto a su función. Con esto no se quiere decir, que para lograr un buen diseño tenga que ser este camino el que deba seguir el emisor del mensaje. (diseñador gráfico)

c) La importantísima característica de que nuestros diseños sean comunicadores reside en el grado de persuasión, que demuestre la imagen gráfica, si esta es fácilmente recordada, como lo proponen las estrategias de psicología del color, (mencionadas y estudiadas en esta tesis), que sean de simple interpretación visual y contextualmente, para ello contamos con algunos métodos como lo son la representación gráfica que también han sido mencionados oportunamente.

Finalmente debemos enfatizar como conclusión primordial, que un diseñador gráfico es el puente entre la producción industrial y el consumidor; el presente estudio nos hace recapacitar en el hecho de que somos interpretes de un producto y que debemos de estar capacitados para responder ante la creación de mensajes efectivos, dirigidos hacia un público que se pretende que sea consumidor, pero con la condición de: 'la satisfacción de sus necesidades'. Es decir, el diseñador gráfico mediante la estrategia de su creatividad verbal o visual, establece el vínculo entre el producto y el consumidor al que sirve. El constante contacto con las actitudes siempre cambiantes y las aspiraciones de la sociedad que en la mayoría de los casos se dan por influencias extranjeras, sirven como estimulantes para el diseñador para renovar cada día sus conocimientos y enfocarlos a la creación de imágenes y diseños que tengan validez de forma-función, con respecto al medio ambiente y al público al que están dirigidos.

Esta investigación nos muestra y sugiere el uso acertado de las técnicas de comunicación visual a través del empleo inteligente de un lenguaje visual gráfico, para que cada diseño que emprendamos posea las cualidades: 'función, valor y personalidad' que lo identifique en el espacio ambiental en que se encuentre, sea aceptado, reconocido por y hacia quien va emitido.

d) Se puede afirmar que se cumple el objetivo de hallar nuevos recursos para el diseño gráfico, ya que el análisis que se persigue al dar una explicación de los métodos y los hechos que ocurren en la generación de una forma y la función de la comunicación visual, se destacan en los capítulos 10 y 11.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Appendini, Ida, y Zavala, Silvio, Historia Universal Moderna, 13a., -- ed., México, Porrúa, 1967.
- Arheim, Rudolf, "Review of Proportion", Kepes, G., Module, Proportion, Symmetry, Rhythm, México, Novaro, 1969.
- Beltran, V. Eliezer, Principios de Física, 5a., ed., México, Trillas, 1974.
- Bonsiepe, Gui, Teoría y Práctica del Diseño Industrial, Barcelona, -- Gustavo Gilli, 1978, (comunicación visual).
- Bronowski, Jacob, "El Descubrimiento de la Forma", Kepes, G., La Estructura en las Artes y en las Ciencias, México, Novaro, 1970.
- Cook, Andrea T., The Curves of Life, New York, Dover Publications, -- 1979.
- Critchlow, Keith, Order in Space, 'a design source book', 5a., ed., -- Hong Kong, The Viking Press, 1978.
- de Sausmares, Maurice, Basic Design: The dynamics of Visual Form, New York, Van Nostrand, 1964.
- Ehrenkrants, Ezra D., "Modular Materials and Design Flexibility", Kepes, G., Module, Proportion, Symmetry, Rhythm, México, Novaro, 1969.
- Ellinger G., Richard, Color Structure and Design, New York, Van Nostrand Reinhold, 1980.
- Favre, Jean Paul, Color sells your Package, Alemania, ABC edition Zurich, 1969.
- Fuller, Buckminster R., "Conceptualidad de las Estructuras Fundamentales", Kepes, G., La Estructura en las Artes y en las Ciencias, México, Novaro, 1970.
- Gerardin, Lucien, La Biónica, México, Mc. Graw- Hill Book, s/f.
- Ghyka, Matila, Estética de las Proporciones en la Naturaleza y en las Artes, 2a., ed., Barcelona, Poseidon, 1979.
- Ghyka, Matila, The Geometry of Art and Life, New York, Dover Publications, 1979.
- Girard, Robert, Color & Composition 'A guide for Artists', New York, -- Van Nostrand Reinhold, 1974.

- Grillo, Jacques Paul, Form, Function & Design, New York, Dover Publications, 1975.
- Itten, Johannes, The Elements of Color 'A treatise on the Color System of Johannes Itten based on his book the Art of Color', Germany -- Van Nostrand Reinhold, 1970.
- Kepes, Gyorgy, La Estructura en las Artes y en las Ciencias, México, Novaro, 1970.
- Küppers, Harald, Fundamentos de la Teoría de los Colores, Barcelona, Gustavo Gilli, 1980.
- Lidstone, John y Lewis, Stanley, Reinhold Visuals Study Guide, New -- York, Van Nostrand Reinhold, 1980.
- Marein, Shirley, Flowers in Design 'A Guide for Stitchery & Fabrics - Crafts', New York, The Viking Press, 1977.
- Morrison, Philip, "The Modularity of Knowing", Kepes, G., Module, Proportion, Symmetry, Rhythm, México, Novaro, 1969.
- Pearce, Peter, Structure in Nature Is a Strategy for Design, 2a., --- ed., Cambridge, The Mit Press, 1978.
- Staber, Margit, "La Pintura Concreta como Pintura Estructural", Kepes, G., La Estructura en las Artes y en las Ciencias, México, Novaro, 1970.
- Thompson, Wentworth, D'arcy, Sobre el Crecimiento y la Forma, España, H. Blume Ediciones, 1980, (Serie Biología y Diseño).
- Tolsto, Pablo, La Composición Aurea en las Artes Plásticas, 2a., ed., s/f.
- Vargas, Montoya, Samuel, Tratado de Psicología, 5a., ed., México, Porrúa, 1973.
- Verity, Eneidit, Color Observed, Hong Kong, Van Nostrand Reinhold, --- 1980.
- Waddington, C.H., "The Character of Biological Form", en Aspects of - Form, New York, L. L. Whyte, 1968.
- Waddington, C. H., "The Modular Principle and Biological Form", Kepes, G., Module, Proportion, Symmetry, Rhythm, México, Novaro, 1969.
- Weyl, Herman, Symmetry, 7a., ed., USA, The Meriden Gravure Co., 1973.
- Whyte, Lancelot L., "Atomismo, Estructura y Forma", Kepes, G., La Estructura en las Artes y en las Ciencias, México, Novaro, 1970.

Williams, Robert, The Geometrical Foundation of Natural Structure, -
'A Source book of Design', New York, Dover Publications, 1979.

Wolf, K. L., y Kyhn, D., Forma y Simetría 'Una Sistemática de los --
Cuerpos Simétricos', Buenos Aires, Universitaria de Buenos Aires, --
1969.

Wong, Wucius, Fundamentos de Diseño Bi y Tridimensional, Barcelona,-
Gustavo Gilli, 1979.

LAS ILUSTRACIONES.

- Audsley, W. & G., Designs & Patterns from Historic Ornament, New York, Dover, 1968; Plates: 13, 15, 18, 59, 60.
- Belanger, Grafton, Carol, Optical Designs in Motion with Moiré Overlays, New York, Dover, 1976.
- Bonsiepe, Gui, Teoría y Práctica del Diseño Industrial, Barcelona, Gustavo Gilli, 1978, (comunicación visual); pp. 129- 132.
- Bourgoin, J., Arabic Geometrical Pattern & Design, New York, Dover, 1973; pp. 13, 15, 38, 40, Plates I - III, V, IX.
- Critchlow, K., Order in Space, 5a., ed., Hong Kong, The Viking Press, 1978; pp. 33, 49, 69, 71, 73, 77, 79, 81, 83.
- Gerardin, L., La Bionica, México, Mc. Grawhill Book, s/f; pp. 9, 12 14- 17, 45- 47, 54, 59.
- Ghyka, M., Estética de las Proporciones en la Naturaleza y en las Artes, 2a., ed., Barcelona, Poseidon, 1979; pp. 64, 69, 81, 109, 114 133, 143, 149, 150, 156.
- Ghyka, M., The Geometry of Art and Life, New York, Dover, 1979; pp. 74- 80.
- Girard, R., Color & Composition, New York, Van Nostrand Reinhold, 1974; pp. 48- 52, 58, 59, 63, 68, 69, 78, 87, 88.
- Grafton B., C., Treasury of Art Nouveau, 'Design & Ornament, New York, Dover, 1980; pp. 2- 5, 8- 10, 17, 18, 25- 27, 33.
- Grillo, P. J., Form Function & Design, New York, Dover, 1975; pp. 43 44- 47, 55- 57, 165.
- Harlow W. M., Art Forms from Plant Life, New York, Dover, 1976; pp. 11, 23, 29, 33, 37, 45, 69, 70, 87, 94, 95- 101, 105- 108, 110, 118.
- Ouchi, H., Japanese Optical & Geometrical Art, New York, Dover, 1977; pp. 40, 41, 50, 51, 55, 74, 80, 83, 124, 125, 145.
- Pearce, P., Structure in Nature is Strategy for Design, 2a., ed., Cambridge, The MIT Press, 1978; pp. 16, 20, 28- 31.
- Tolsto, E., La Composición en las Artes Plásticas, 2a., ed., s/f.; pp. 35, 45- 47.

Verity, E., Color Observed, Hong Kong, Van Nostrand Reinhold, 1980;-
pp. 6, 7, 135.

Weyl, H., Symmetry, 7a., ed., USA, Princeton University Press, 1973;
pp.48, 49, 62, 71, 84, 87-89, 110, 11, 114.

Williams, R., The Geometrical Foundation of Natural Structure, New -
York, Dover, 1979; p. 21.

Wong, W., Fundamentos de Diseño Bi y Tridimensional, Barcelona, Gus-
tavo Gilli, 1979; pp. 30, 40, 43, 44, 69, 81, 82.

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

- Ayenson, Edward S., Los Ritmos de la Vida, España, Debate, 1983.
- Alexander, R., Size & Shape, Londres, Edward Arnold Publishers, 1971.
- Birren, Faber, Color Form & Space, New York, Reinhold Corp., 1961.
- Birren, Faber, Color Psychology & Color Therapy, New York, University Books, 1961.
- Birren, Faber, New Horizons in Color, Reinhold Corp., New York, ----
- Haeckel, Ernest H. Art Forms in Nature, New York, Dover Publications, 1974.
- Hambridge, J., The Elements of Dynamic Symmetry, New York, Dover, --- s/f.
- Holden, Alan, Shapes & Symmetry, New York, Columbia University Press, 1971.
- Hofstadter, Douglas R., Gödel, Escher, Bach: Una Eterna Trenza Dorada, tr. Usabiaga B., Mario, México, Ciencia y Desarrollo Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1982.
- Huth, Steffen, Construir con Células Tridimensionales, 'Análisis de un Método Constructivo', Barcelona, Gustavo Gilli, 1977.
- Le Corbusier, The Modulor, Cambridge, Harvard University Press, 1954.
- Leoz, Rafael, Redes y Ritmos Espaciales, Madrid, Blume, 1969.
- Martensson, Alf, Woodwork in Easy Steps, Netherlands, Studio Vista, - 1976.
- Oxnard, Ch., Form & Pattern in Human Evolution, USA, The University of Chicago Press, 1973.
- Waddell, Roberta, The Art Nouveau Style in Jewelry, Metal-Work, Glass, Ceramics, Textiles, Architecture & Furniture, New York, Dover Publications, s/f.