

REPOSITORIO ACADÉMICO DIGITAL INSTITUCIONAL

El diseño de la naturaleza y su aplicación al diseño gráfico

Autor: Estefanía Zavala de la Torre

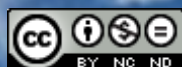
Tesis presentada para obtener el título de:
Lic. En Diseño Gráfico

Nombre del asesor:
María Lorena D´Santiago Tiburcio

Este documento está disponible para su consulta en el Repositorio Académico Digital Institucional de la Universidad Vasco de Quiroga, cuyo objetivo es integrar, organizar, almacenar, preservar y difundir en formato digital la producción intelectual resultante de la actividad académica, científica e investigadora de los diferentes campus de la universidad, para beneficio de la comunidad universitaria.

Esta iniciativa está a cargo del Centro de Información y Documentación "Dr. Silvio Zavala" que lleva adelante las tareas de gestión y coordinación para la concreción de los objetivos planteados.

Esta Tesis se publica bajo licencia Creative Commons de tipo "Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada", se permite su consulta siempre y cuando se mantenga el reconocimiento de sus autores, no se haga uso comercial de las obras derivadas.





El diseño
de la
Naturaleza
y su aplicación al Diseño Gráfico

Que para obtener el grado de Licenciatura en Diseño Gráfico Presenta

Estefanía Zavala de la Torre

Directora de Tesis

María Lorena D'Santiago Tiburcio

Morelia, Michoacán . Febrero 2008

Registro de Validez oficial 16PSU0010U

El diseño
de la
Naturaleza
y su aplicación al Diseño Gráfico



Índice

1	Anteproyecto
	Introducción
	Planteamiento del Problema
	Objetivos
	Preguntas de investigación
	Justificación
	Hipótesis
	Delimitación

13	Capítulo 1
	Marco Teórico
	1.1 Introducción al Diseño
	1.2 Composición
	La Forma
	Relación Figura-fondo
	Organización de la figura
	Equilibrio
	Simetría
	Estructuras
	1.3 El color
	Semántica del color

Capítulo 2	43
El diseño y la naturaleza	
2.1 La Proporción	
2.2 Teorías en la naturaleza	
Secuencia de Fibonacci	
Proporción Áurea	
Rectángulo Áureo	
Número de oro	
2.3 El Diseño de la Naturaleza	
Filotaxis	
Ejemplos presentes en la Naturaleza	
2.4 Aplicación Práctica	
Encuesta	
Resultados	
Observaciones	

Capítulo 3	75
Phi en la actualidad	
3.1 Phi en el Arte	
3.2 Phi en la Arquitectura	
3.3 Phi en el Diseño	

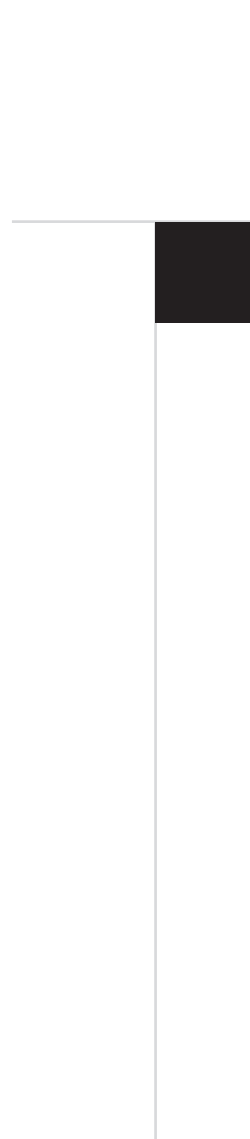
Capítulo 4	91
Aportaciones	
4.1 Aportaciones al Diseño	

Bibliografía	101
Referencia Bibliográficas	
Referencia Fotográficas	
Anexo	

Agradecimientos y Dedicatorias

Antes que nada quiero agradecer a mis padres por confiar en mi y haberme dado la oportunidad de llegar hasta aquí, de lograr un pasó más en este camino por recorrer. Este logro es dedicado principalmente a mi familia, a mi mama por que gracias a ella, a su amor y cariño soy lo que soy ahora.

A mis amigos gracias, por brindarme su compañía y apoyo, por compartir grandes momentos de sus vidas conmigo y estar aqui cuando más los necesité, ustedes me han hecho crecer como persona y como amiga. Con cariño para todos mis amigos, en especial a uno de ellos, por que este logro también va por él.





ANTEPROYECTO



Introducción

El diseño de la Naturaleza y su aplicación al Diseño Gráfico

Para introducirnos en el tema comenzaremos por tratar algunos de los conceptos básicos del Diseño Gráfico que nos ayuden a familiarizarnos con los temas a desarrollar más adelante.

Es necesario conocer bien estos conceptos para poder aplicarlos correctamente en nuestras composiciones gráficas, ya que nosotros como diseñadores debemos procurar siempre encontrar un equilibrio formal entre todos los elementos que las constituyen, con el fin de hallar un sentido adecuado en nuestro diseño y lograr una comunicación eficaz.

El diseñador gráfico debe tener en cuenta las variaciones que surgen a lo largo del trabajo creativo que se realice, ya que todos los elementos tienen un alto contenido significativo desde el punto de vista visual, y nosotros como diseñadores gráficos debemos seleccionar continuamente la información aportada por cada uno de los elementos gráficos que se utilicen; porque si sabemos utilizarlos de una manera adecuada, llegaremos a constituir una sólida base de comunicación en nuestros mensajes.

Cuando hablamos de la composición en el diseño gráfico, nos referimos a una buena distribución o disposición de los elementos que están presentes dentro de un diseño; pero cuando hablamos de que en esta composición está presente la Divina Proporción la cual se considera como la más armoniosa para la sensibilidad humana y que es la misma que nos presenta la naturaleza; nos vamos a encontrar con una infinidad de coincidencias, las cuales presentan la misma relación en sus medidas, como podemos observarlo en todo el cuerpo humano, en los árboles, en las flores, algunas frutas, y otros ejemplos analizados más adelante.

Se cree que estas proporciones poseen cualidades únicas, por lo que han sido utilizadas tanto por artistas como diseñadores, arquitectos como escultores, logrando un gran impacto en sus obras. Ante esto, se cree que nuestra sensibilidad está condicionada desde siempre por estas proporciones, y que nuestra percepción de lo bello depende principalmente de la armonía de las formas y medidas. Si esto es cierto, entonces existe la posibilidad de considerar la existencia y mejor aún la creación de algo próximo a la belleza absoluta.

Planteamiento del Problema

Desde siempre el trabajo de diseño no ha sido bien reconocido y el diseñador ha sido considerado sólo como un artista, un buen dibujante, y no como un investigador.

Cuando las personas piensan en un diseñador gráfico, lo primero que se les viene a la mente es alguien que sabe dibujar y que por las tendencias actuales de la tecnología es considerada como una persona que sabe utilizar bien una computadora; pero el trabajo del diseñador es mucho más amplio que esta primera imagen.

El trabajo de diseño consiste en un proceso de creación visual, el cual tiene como propósito satisfacer exigencias prácticas de comunicación, ya sea a través de un mensaje visual o un producto.

El diseño es práctico y el diseñador debe estar preparado para enfrentarse con este tipo de problemas prácticos, para lo cual es necesario dominar el lenguaje visual, el cual es la base de la creación del diseño.

Para realizar todo este proceso de una manera más eficaz, el diseñador debe obtener toda una serie de conocimientos, entender los fundamentos básicos del diseño y poder aplicarlos correctamente.

No podemos olvidar que el diseñador es una persona que resuelve problemas, y debe encontrar las soluciones apropiadas explorando todas las situaciones visuales posibles, dentro de las exigencias de estos problemas específicos, para que el diseño no solo sea de carácter estético sino también funcional.

En cuanto a esta problemática existe la necesidad de crear una imagen diferente en la mente de las personas, para que el diseñador sea reconocido al igual que su trabajo.

Lo mismo sucede con este proyecto de tesis ya que existe el mismo problema de percepción, además de que no existe suficiente información y esto a su vez crea un cierto desinterés.

A primera vista no se ve la manera de cómo aplicar las formas de la naturaleza al Diseño Gráfico, puesto que

5

Es un proyecto enfocado a la creación de nuevas formas; basadas en la observación e investigación del diseño presente en la naturaleza y crear así una propuesta diferente de diseño.

son conceptos completamente distintos y no existe una relación visible entre ellos, pero dentro de este proyecto se realizará un análisis que nos permita mostrar esta relación, y cómo podemos aplicar estos conceptos en nuestras composiciones gráficas.

Si nos detenemos un momento y observamos a nuestro alrededor, el mundo donde vivimos, veremos una infinidad de formas, muchas de ellas creadas por el hombre y otras que han estado desde siempre presentes, nos referimos a esas formas únicas, aquellas que han sido creadas con un diseño específico y una estructura perfecta. Estas formas para muchos han servido como una fuente de inspiración para la creación de sus obras, nos referimos a las formas presentes en la naturaleza.

Es así como surge la inquietud de crear un proyecto basado en la observación e investigación del diseño en la naturaleza, sobre cómo podemos entender las reglas por las que estas se rigen, para así poder aplicarlas a nuestras composiciones gráficas.

No debemos olvidar que lo más importante de este proyecto es el de poder proporcionar ideas, conceptos y propuestas que sirvan de base para la creación de nuevas propuestas, y que son lugar a duda serán de gran ayuda para la formación de futuros diseñadores.

Objetivos

Objetivo General

Aplicar y fundamentar la creación de nuevas formas , tomadas de la composición que se encuentra en la naturaleza, con la finalidad de aplicarlas al Diseño Gráfico.

Objetivos Particulares

- Investigar sobre los conceptos básicos del diseño.
- Identificar los elementos que están presentes en una composición dentro de un Diseño.
- Analizar los diferentes estudios que tratan sobre la composición.
- Definir las teorías que hablan sobre la divina proporción y su presencia dentro de la naturaleza.
- Encontrar la relación entre las diversas teorías que están relacionadas con la composición, como la Sección Áurea, número de oro, entre otras.
- Investigar la manera pueden aplicarse estas leyes en el trabajo de diseño.
- Encontrar la relación que existe entre la naturaleza y las teorías, a través de la observación.
- Analizar la manera en que todos estos elementos se encuentran aplicados actualmente en algunos ejemplos, como en la arquitectura, en el arte y en el diseño.

Preguntas de Investigación

1. ¿Qué influye en la realización de un diseño?
2. ¿Qué elementos intervienen en la composición del diseño?
3. ¿Qué es la Divina Proporción?
4. ¿Cuáles son algunas de las teorías que hablan sobre la Divina Proporción?
5. ¿En qué elementos de la naturaleza están presentes estas teorías?
6. ¿Cuáles son algunos ejemplos en los que estas teorías están presentes?
7. ¿Cómo pueden aplicarse estas teorías en el Diseño Gráfico?
8. ¿Cuáles son las ventajas que ofrece el realizar un diseño que se rige por la Divina Proporción?

Justificación

Actualmente en nuestra sociedad existe un cierto desinterés por la investigación. Yo considero que es de suma importancia para nosotros los diseñadores y que mejor poder aplicarlo al Diseño Gráfico.

En esta tesis encontraremos una serie de conceptos y fundamentos básicos presentes en el Diseño Gráfico, para conocerlos, entenderlos y poder aplicarlos correctamente; además de una investigación completa acerca de las diferentes teorías que están presentes dentro de la composición y la divina proporción en la naturaleza; tal es el caso de la Secuencia de Fibonacci, la cual tiene una notable relación con las formas naturales, y que a su vez está muy apegada al número de oro, y principalmente a la Sección Áurea, que se encuentra frecuentemente en la geometría.

La finalidad de estudiar estas diversas teorías es comprender y analizar los diferentes conocimientos científicos, que con ayuda de la observación y la percepción se puedan aplicar al Diseño Gráfico, y obtener excelentes resultados.

Hipótesis

Si utilizamos la divina proporción que es considerada como la más armoniosa de todas las proporciones y la aplicamos en nuestras composiciones gráficas, entonces podemos obtener mejores resultados al momento de diseñar.

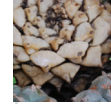
Delimitación

Proyecto de investigación realizado en la Universidad Vasco de Quiroga, durante el periodo escolar en el año 2006-2007.

Los temas principales a tratar dentro de esta investigación son muy extensos, por lo que es necesario delimitar nuestro campo de estudio en dos aspectos principales.

El primero relacionado con la información seleccionada, es preciso elegir correctamente cuales son los temas más importantes a tratar, aquellos que logren darle una coherencia y secuencia a la investigación; dejando de lado aquellos que no se consideren aptos para el proyecto. Para reforzarlo también debemos hacer una selección de los autores a consultar, para contar con diferentes puntos de vista y un criterio más amplio sobre los temas tratados, y enriquecer así este proyecto.

CAPÍTULO 1



1.1 Introducción al Diseño

El Diseño Gráfico es un proceso de creación visual, el cual tiene un propósito específico que es de comunicar. Podemos entonces definirlo como un proceso de “Comunicación Visual”.

Pero como podemos describir lo que es “Comunicación Visual” según Bruno Munari, en su libro “Diseño y Comunicación Visual” (1), lo define como todo lo que ven nuestros ojos; como una nube, una flor, un zapato, una libélula, un dibujo e incluso un cartel. Es decir todas las imágenes, pero que a su vez cada una tiene un valor e información distinta, dependiendo del contexto en el que se encuentren.

Esta comunicación Visual, puede ser casual o intencional. Casual es aquella que puede ser interpretada libremente por el que recibe la información, y la intencional tiene un fin determinado y un solo significado.

Nosotros como diseñadores debemos optar por crear una comunicación visual, clara y precisa. Además debe cumplir con exigencias prácticas de un cliente, ya sea un mensaje o un producto. Debemos considerar que la creación en el diseño además de ser estética debe ser funcional.

Un diseño es una idea que se proyecta y propone una solución a un problema determinado, es una disciplina humana y una técnica básica. Las ideas en el diseño se transmiten en forma visual dentro de la composición que se realice y en donde intervienen las formas, la posición, la dirección, tamaño, textura, color, entre otros.

Según Wucius Wong en su libro Fundamentos del Diseño (2), menciona que existen algunos elementos básicos presentes en el diseño, los cuales están muy relacionados entre sí y no pueden ser fácilmente separados en nuestra experiencia visual. Si se analizan por separado, pueden

>(1) *Diseño y Comunicación Visual* / Bruno Munari / Pag. 79

>(2) *Fundamentos del diseño* / wucius Wong / pag.42-43

parecer bastante abstractos, pero reunidos determinan la apariencia definitiva y el contenido de un diseño.

Se distinguen 4 grupos de elementos:

Elementos Conceptuales

Elementos Visuales

Elementos de Relación

Elementos Prácticos

Elementos conceptuales

Quando nos referimos a los elementos conceptuales, nos referimos a elementos que no son visibles, de hecho se puede decir que no existen pero parecen estar presentes. Nos referimos a elementos que son la base para crear las formas, como son los puntos, líneas, planos y volúmenes que no están realmente allí; por que si lo estuvieran, ya no serían conceptuales.

a) **Punto.** El punto es la base de todo, es el principio y el fin de una línea y es donde dos líneas se encuentran o se cruzan. El punto solo nos indica una posición, pero no tiene largo ni ancho, y tampoco ocupa un lugar en el espacio.

b) **Línea.** Cuando un punto se mueve, sea en la dirección que sea, su recorrido se transforma en una línea. La línea tiene una posición y tiene largo, pero no ancho. Está limitada por dos puntos y a su vez la línea es la que forma los bordes de un plano.

c) **Plano.** Cuando una línea se mueve, y hace un recorrido en dos direcciones distintas, se convierte en un plano. Un plano nos muestra una posición y dirección, pero a diferencia de la línea, un plano tiene largo y ancho, pero no grosor. El plano se encuentra limitado por líneas y a su vez define los límites de un volumen.

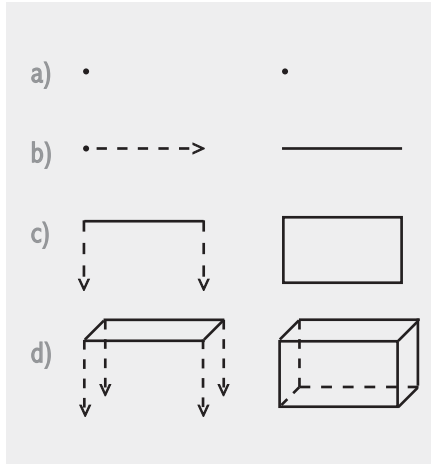
d) **Volumen.** El volumen se encuentra limitado por planos, y se define como el recorrido de un plano en movimiento. Es el más completo de todos los elementos conceptuales, por que cuenta con una posición en el espacio, tiene largo, ancho y también grosor.

Elementos visuales

Los elementos visuales como su nombre lo dice es cuando los elementos conceptuales que utilizamos se hacen visibles y cuentan con una forma específica, tienen un tamaño, color y textura. Estos elementos visuales forman la parte más prominente dentro de un diseño, porque son lo que realmente vemos.

a) **Forma.** Todo lo que podemos ver posee una forma específica, podemos decir que algo es cuadrado o redondo, que es regular o irregular. la forma es aquello que distingue a cada cosa y aporta la identificación principal en nuestra percepción de las cosas.

b) **Medida.** Con medida nos referimos al tamaño que tienen las formas, ya que todas las formas sin excepción,



Elementos Conceptuales

a) Punto

b) Línea

c) Plano

d) Volumen

tienen un tamaño. El tamaño es muy relativo, pero así mismo es físicamente mensurable. Usualmente hablamos de tamaño en términos de magnitud y de pequeñez, pero depende de en relación a que nos referimos.

c) **Color.** Una forma es mucho más fácil de distinguir de las demás formas o de sus cercanías por medio del color. El color se utiliza en un sentido amplio, comprende no sólo los colores del espectro solar sino los neutros, que serían los blancos, negros y grises intermedios, y así mismo sus variaciones tonales y cromáticas.

d) **Textura.** La textura se refiere a las cercanías en la superficie de una forma. Es aquello que puede diferenciar a una forma de otra, y que tiende a atraer tanto al sentido del tacto como a la vista.

Elementos de relación

En los elementos de relación es básica la ubicación y la interrelación de las formas en un diseño. Algunos de estos elementos pueden ser percibidos, como la dirección y la posición y otros como el espacio y la gravedad.

a) **Dirección.** La dirección que tienen las formas, dependen de cómo se relacionen con el observador, el contexto en el que se encuentra y con las formas que estén cercanas a esta. En base a esto podemos determinar la dirección de las formas que aparecen en el diseño.

b) **Posición.** La posición al igual que la dirección es

juzgada por su relación respecto a donde se ubiquen las formas dentro de la estructura del diseño.

c) **Espacio.** Absolutamente todas las formas sean del tamaño que sean, pequeñas o grandes, ocupan un lugar en el espacio, el cual puede estar ocupado o vacío, puede ser liso o ilusorio, y con esto sugerir profundidad.

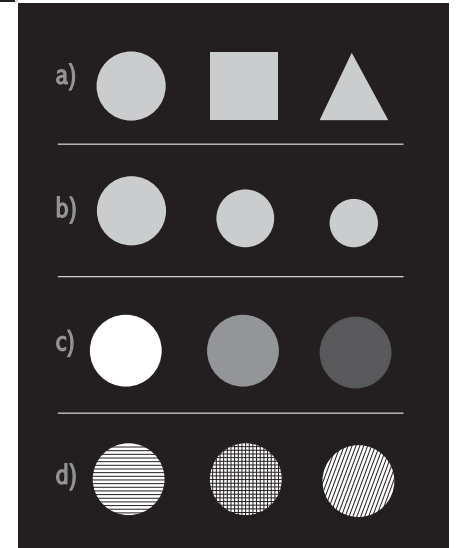
d) **Gravedad.** La sensación de gravedad en el diseño no es visual, sino psicológica. Tenemos tendencia a dar pesadez o liviandad, estabilidad o inestabilidad, a las formas o grupos de formas que tenemos dentro de la composición.

Elementos prácticos

Los elementos prácticos son los elementos más importantes de todos los ya mencionados. Son elementos más complejos, por que son los que subyacen el contenido y el alcance de un diseño. Pueden clasificarse de la siguiente manera:

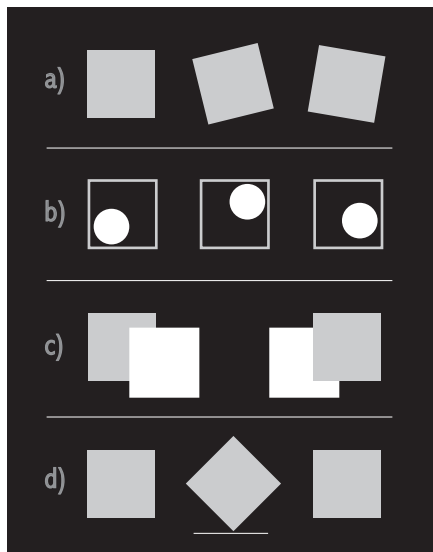
a) **Representación.** Es el elemento que estará presente en gran parte de este proyecto. Cuando decimos que una forma ha sido derivada de la Naturaleza, o de todo aquello creado por el hombre, se considera que es una forma representativa y esta puede ser realista, estilizada o semiabstracta.

b) **Significado.** El significado se refiere al mensaje que nos transporta el diseño, este elemento se hace presente



Elementos Visuales

- a) Forma
- b) Medida
- c) Color
- d) Textura



Elementos de Relación

- a) Dirección*
- b) Posición*
- c) Espacio*
- d) Gravedad*

cuando aparte de tener la representación del diseño, nos transmite un mensaje específico.

c) **Función.** Nuestros diseños además de transmitir un significado, debe cumplir un propósito determinado. Es aquí donde la función se hace presente en el diseño.

Cuando diseñamos, resulta casi imposible separar un elemento del otro, tendemos a aplicarlos en conjunto, pero no por eso debemos olvidar la importancia de cada uno de los elementos mencionados porque si aprendemos a distinguirlos y aplicarlos de una manera adecuada, se verá reflejado en la buena aplicación del diseño.

1.2 Composición

También conocido como “Forma Composicional” o “Forma Completa”. Por Composición se entiende como la organización total u ordenación adecuada de los elementos de nuestro diseño, incluyendo la figura y el fondo de cualquier diseño. Todas las formas individuales tienen no solo configuración y tamaño, sino también una posición en el. (3)

Una vez que conocemos los elementos básicos que se utilizan al momento de diseñar, debemos saber como ubicarlos correctamente dentro de nuestras composiciones. Pero ¿Qué es una composición?. El concepto de composición se refiere a la organización estructural de nuestro diseño y esta constituye el fundamento de las relaciones visuales.

¿Cómo podemos lograr una organización que posea unidad y armonía entre los elementos?. Dicho de otra manera ¿Cómo podemos lograr una buena composición?.

No existen reglas específicas o alguna serie de pasos a seguir, que nos garanticen el éxito de nuestras composiciones. Según Milko A. García Torres, en su “Curso práctico de diseño gráfico” (4), menciona que si existen un serie de pautas con las que uno consigue aproximarse a soluciones compositivas más eficaces.

>(3) Fundamentos del diseño / Guillam Scott / pag.19

>(4) “Curso práctico de Diseño Gráfico” / Milko A. García

Debemos también tomar en cuenta que la interpretación y la recepción final de nuestro mensaje gráfico, no solo intervienen los factores que influyen en la buena disposición y orden de los elementos en el diseño; sino que también se ve afectada por situaciones, como lo es el mecanismo perceptivo del receptor.

Una composición gráfica puede estar formada por muchos o pocos elementos. Puede componerse exclusivamente de texto o sólo de imágenes; puede incluir una o varias formas, muchos espacios vacíos e incluso el manejo del fondo es muy importante en nuestros diseños, pero especialmente deberá constituir una combinación equilibrada de todos los elementos gráficos.

Es necesario analizar detenidamente cada elemento para tener una idea más clara de la relación entre ellos y poder comprender mejor el manejo adecuado de cada uno de estos elementos, para poder aplicarlo de una manera más eficaz en nuestras composiciones gráficas.

La Forma

La forma es todo lo que se puede ver -todo lo que tiene contorno, tamaño, color y textura- ocupa un lugar en el espacio, señala una posición e indica una dirección. (5)

Como se mencionó con anterioridad absolutamente todo lo visible tiene una forma. Wucius Wong, en su libro “Fundamentos del Diseño” (6) afirma que existen cuatro maneras de representación de la forma, como lo es el punto, la línea el plano y el volumen.

La forma como punto

La forma más común del punto es un círculo simple, el cual no tiene ángulos ni dirección. Para saber diferenciar al punto, existen dos características principalmente, la primera es que debe ser comparativamente pequeño, pero recordaremos que cuando nos referimos al tamaño, sabemos que eso es relativo y depende principalmente de donde esté contenida la forma. (Ejemplo 1)

La segunda es que sea de una forma simple, ya sea circular, ovalada, cuadrada o incluso puede llegar a ser una forma irregular. (Ejemplo 2)

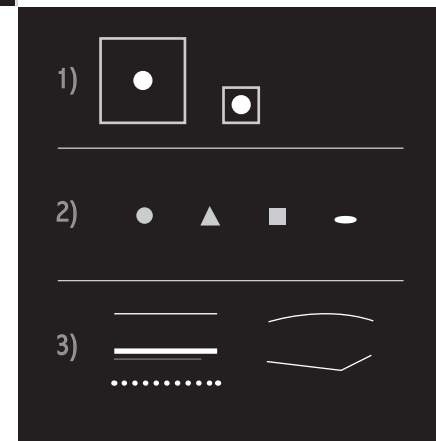
La forma como línea

Esta forma es reconocida como línea por sus características diferentes a las que posee el punto, una es por su ancho que es muy estrecho y su longitud es mayor. La línea puede ser recta, curva, quebrada o irregular. La línea además nos transmite una sensación de delgadez, que es igual de relativa que la pequeñez. (Ejemplo 3)

La forma como plano

Cuando hablamos del plano nos referimos a una forma bi-dimensional, es decir a todas las formas lisas que no sean reconocidas como puntos o líneas son planos. El plano se encuentra delimitado por líneas conceptuales y estas constituyen los bordes de la forma plana. Podemos distinguir diferentes formas que aunque sean planas, cuentan con características diferentes, y pueden clasificarse de la siguiente manera:

21



Ejemplos:

Geométricas. Son las formas construidas de manera matemática.

Orgánicas. Rodeadas por curvas libres, que sugieren fluidez y desarrollo.

Rectilíneas. Son las limitadas por líneas rectas que no están relacionadas matemáticamente entre sí.

Irregulares. Son formas parecidas a las rectilíneas, la diferencia es que están limitadas por líneas rectas y también por líneas curvas que no están relacionadas matemáticamente entre sí.

Manuscritas. Nos referimos a las formas que son las caligráficas o aquellas que son creadas a mano alzada.

Accidentales. Estas son determinadas por el efecto de procesos o por el uso de materiales especiales, se puede decir que son las formas obtenidas accidentalmente.

La forma como volumen

Cuando nos referimos a la forma como volumen, estamos hablando de una forma que es completamente ilusoria y exige una situación espacial diferente a la de las formas bi-dimensionales, y da la sensación de que la forma realmente está contenida en el lugar apropiado.

>(5) *Fundamentos del diseño / wucius Wong / pag.138*

>(6) *Fundamentos del diseño / wucius Wong / pag.45-47*

Relación Figura-Fondo

Todos los elementos se perciben como figuras u objetos de atención o como fondo que sería el resto del campo de percepción. (7)

Según W. Lidwell, en su libro “principios universales del diseño” (8), menciona que la relación figura-fondo constituye uno de los diversos principios de percepción de la Gestalt. Según este principio, indica que el sistema de percepción humano separa los estímulos en dos, en figuras, que se refiere a los que constituyen el centro de atención y en fondos, que son los que componen un contexto neutro del todo.

Cuando identificamos que la figura y el fondo de una composición son claros, la relación resulta muy estable; el elemento figura recibe más atención y se recuerda mejor que el fondo. En las relaciones figura-fondo inestables existe una ambigüedad y se pueden llegar a interpretar de diferentes maneras.

W. Lidwell propone algunos datos visuales importantes, que nos pueden ayudar a determinar cuales elementos se percibirán como figura y cuales como fondo.

- *La figura posee una forma definida, mientras que el fondo carece de forma.*
- *El fondo continúa detrás de la figura.*
- *La figura parece estar más cerca y posee una ubicación clara dentro del espacio, mientras que el fondo parece alejarse y no cuenta con una ubicación clara en el espacio.*
- *Los elementos situados por debajo de una línea horizontal tienen más probabilidades de ser percibidos como figuras, mientras que los elementos situados por encima de la línea del horizonte se suelen percibir como fondo.*
- *Los elementos situados en las zonas más bajas de un diseño tienden a ser percibidos como figuras; los que se hallan en las partes más altas, se perciben como fondo.*

Organización de la Figura

Como lo dice William Scott en su libro “fundamentos del diseño” (9) La forma se percibe por contrastes dentro del campo visual. Por lo que el esquema de figura-fondo es una estructura básica de nuestras percepciones. Se aplica a la organización del diseño como fundamento para abordar los problemas que hemos estado analizando sobre la forma y la composición.

Además de conocer que elementos se perciben como figura y cuales como fondo, es necesario profundizar un poco más en el tema y conocer el porque los elementos de la figura se organizan como lo hacen.

Atracción y valor de atención

Atracción es el influjo directo causado por una fuerte energía ya se trate de una energía física o de un lugar en el que existe un contraste entre las cualidades visuales.

Valor de atención es algo más que eso, este implica significado, provoca una respuesta más compleja, puesto que también los valores de la asociación y de la experiencia anterior se proyectan en la forma.

Como veremos a continuación estos dos elementos son muy importantes, ya que de cierta manera afectan la organización de los elementos-figura.

Organización de los Elementos Figura

Base espacial del agrupamiento

El efecto de atracción o la tensión espacial, como también la conocemos, contribuye a determinar no solo lo que miramos en primer término en una composición, sino también la manera en que la organizamos.

Supongamos que las fuerzas de atracción están realmente presentes en el diseño mismo. Si colocamos dos elementos dentro de un plano determinado, y estos dos se encuentran bastante cerca la tensión entre ambas ligarán los dos elementos y percibiremos una sola figura constituida por ellos; pero si la distancia entre los dos es mayor, llegaremos a un punto en que ambos ya no se organizan como una única figura compleja, sino como dos elementos figura completamente independientes.

> (9) Fundamentos del diseño / Guillam Scott / pag.24-32

> (10) Fundamentos del diseño / Wucius Wong / pag.

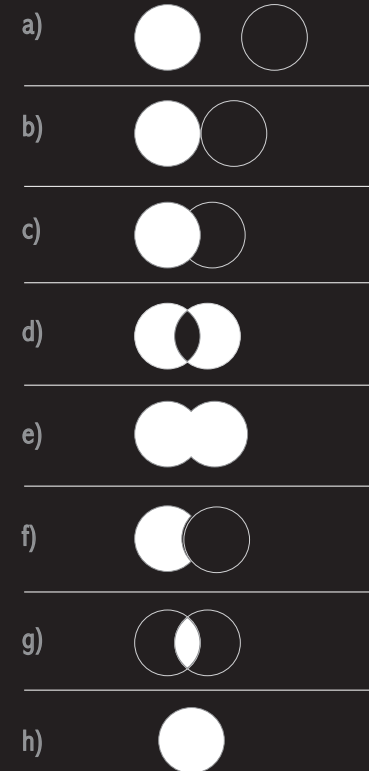
La tensión espacial se ve reforzada por otra característica psicológica de nuestra percepción. La mente está constituida de tal manera que siempre tratamos de agrupar los elementos en unidades más amplias.

En los casos en que la tensión espacial carece de la ayuda de un agrupamiento más fuerte fácilmente perceptible, es directamente proporcional a la atracción de los elementos. Lo que quiere decir que cuando las atracciones entre los elementos son fuertes, puede utilizarse un intervalo espacial más amplio sin que los objetos dejen de constituir un grupo; por lo contrario con atracciones débiles, el intervalo entre ambas debe ser menor.

Esta tensión espacial, que surge de la atracción y de nuestra tendencia a ver unidades individuales en un grupo determinado, es uno de los factores que determinan el tipo de forma que percibimos en un campo dado, y constituye un importante recurso para componer.

Según Wucius Wong (10), menciona que las formas pueden encontrarse entre sí de diferentes maneras. Si dos elementos-figura se tocan entre sí, constituyen un grupo estrecho, que es una figura compuesta, a esto se le conoce como interrelación de las formas y se divide para su estudio en:

- a) **Distanciamiento.** Es cuando ambas formas quedan separadas entre sí, aunque puedan estar muy cercanas.
- b) **Toque.** Cuando el espacio que mantenía separadas a dos formas, es anulado, y ambas formas comienzan a tocarse.
- c) **Superposición.** Si dichas formas las acercamos aún más, una se cruza sobre la otra y parecen estar por encima, cubriendo parte de la que queda abajo.
- d) **Penetración.** Es parecida a la superposición, la diferencia es que ambas formas parecen transparentes, donde los contornos de ambas siguen visibles.
- e) **Unión.** Al igual que la superposición, pero ambas formas quedan reunidas y se convierten en una forma nueva y mayor.
- f) **Sustracción.** Cuando una forma invisible se cruza sobre otra visible, y el resultado es una sustracción. La porción de la forma visible que queda cubierta por la invisible se convierte así mismo en invisible.
- g) **Intersección.** Es parecida a la penetración, pero solamente es visible la porción en que ambas formas se cruzan entre sí, que como resultado de la intersección, surge una forma nueva.
- h) **Coincidencia.** Si acercamos aún más ambas formas, hay un punto en que llegan a coincidir y las dos formas se convierten en una misma.



Agrupamiento por semejanza

Semejanza es el segundo factor organizador que determina la clase de la forma que vemos en una composición. Cuando se encuentra un parecido entre los objetos, sentimos una relación entre ellos. La semejanza actúa como una base para el agrupamiento de objetos en la percepción y constituye un segundo instrumento básico para la composición.

La semejanza se refiere a una proposición cualitativa, donde aparecen de nuevo el valor de atención y el significado que es fundamental. Todo lo que se le atribuye a una forma lo agrega la experiencia. En nuestras actividades diarias, lo que más nos interesa es el tipo de significado que las cosas adquieren a través de la experiencia diaria. En el momento de diseñar ocurre lo mismo, en este caso debemos registrar las cualidades reales mismas. Los significados intrínsecos son tan importantes como los que agrega nuestra propia experiencia.

Ellos constituyen la base de nuestra percepción de la semejanza. En los que podemos identificar los siguientes factores:

1. Factores formales.

- Figura.
- Tamaño.
- Posición.

a) **Dirección.** Es la relación de una figura con las direcciones básicas del campo. No todas las configuraciones tienen dirección.

b) **Intervalo.** No se aplica a los elementos-figura en sí, mas bien es una cualidad que estos confieren al fondo. Es independiente de la posición de los elementos-figura, en sí es el tamaño del espacio entre los elementos-figura dentro de la composición.

c) **Actitud.** La relación de una figura con la estructura del campo. Figuras situadas en lugares distintos pueden ser semejantes en sus actitudes.

2. Factores tonales.

Temperatura del color: Los colores también tienen temperatura y pueden ser fríos, como los azules y verdes, o cálidos como lo son el naranja, amarillo, rojo, etc.

- **Valor.** Se refiere a la intensidad luminosa del color. Es la cantidad de luz que puede reflejar una superficie. Una escala de valores tonales tiene como extremos el blanco y el negro. Mezclándolos en proporciones diversas, obtenemos una amplia escala de grises intermedios distintos, y todos estos se consideran tonos son acromáticos.

- **Matiz.** Son las características cromáticas del color. El principio sobre el que descansa el matiz, se denomina mezcla sustractiva. Al mezclar dos pigmentos con semicromos diferentes, el resultado es un nuevo semicromo que percibimos como un nuevo matiz

- **Intensidad.** Se refiere a la intensidad cromática del color.

Es el grado de pureza de tinte que puede reflejar una superficie. Un color saturado es aquel que se manifiesta con todo su potencial cromático, inalterado, completo. La intensidad puede controlarse de cuatro maneras. Tres de ellas consisten en la adición de un neutro, blanco, negro o gris.

3. Textura Visual.

Después de analizar como la atracción y la semejanza, intervienen en la percepción de la figura, y algunos de los factores que están presentes, podemos concluir que toda configuración en el campo poseerá cualidades específicas, resultará casi inevitable que algunas de éstas sean semejantes a las de otras configuraciones.

Si un esquema contiene algún tipo de organización, por cierto que habrá más de una manera de ver las relaciones de figura. Lo cual no significa que éstas sean confusas o ambiguas, sino que pueden surgir relaciones distintas entre las figuras, convirtiendolo en un esquema rico, con variaciones infinitas.

Todo lo mencionado anteriormente acerca de la organización de la figura vale tanto para la percepción general como para un esquema diseñado. La diferencia consiste en que, en el diseño, estas fuerzas deben constituir

una composición unificada; no solo con establecer formas claramente percibidas en el campo, aunque queda claro que es fundamental.

El esquema diseñado debe tener asimismo la cualidad de entidad completa y autocontenida. Tal entidad es lo que Guillam Scott denomina como Composición. Consiste en un sistema de interrelaciones donde el factor unidad es el único fundamental en la organización del diseño.

Equilibrio

El equilibrio toma un papel importante dentro de una composición gráfica, como ya lo hemos visto anteriormente esta puede estar formada por muchos o pocos elementos. Es aquí donde entra el juego entre los elementos que la componen como puede ser la presencia del texto o de imágenes; puede que nuestra composición requiera de grandes espacios vacíos o pueda constituir una combinación de dichos elementos.

Es donde nosotros los diseñadores tenemos la decisión de optar por una buena distribución de todos los elementos presentes en el diseño y crear a su vez una composición equilibrada de elementos gráficos.

Factor de equilibrio

El equilibrio visual que un diseñador puede definir en una composición puede ser formal o informal, basada en función de la ubicación y carga visual que se asigne a cada elemento.

Equilibrio Formal

Este primer tipo de equilibrio se basa principalmente en la bi-simetría. Buscando junto con él un centro visual dentro

del diseño. Este punto de equilibrio formal suele estar ubicado un poco por encima del centro geométrico. Una composición que decida seguir este esquema compositivo reflejará estabilidad, calma y estatismo. No supone una composición muy audaz, aunque lo que sí asegura es una distribución armónica de los elementos.

Equilibrio Informal

Este tipo de equilibrio a diferencial del anterior, está altamente cargado de fuerza gráfica y dinamismo. Carece por completo de la simetría, y el equilibrio que se consigue es en base a contraponer y contrastar los pesos visuales de los elementos, buscando diferentes densidades tanto de las formas como de color, que consigan armonizar visualmente dentro de una asimetría intencionada.

Sabemos que las formas pequeñas poseen menor peso visual que las más grandes, si además del tamaño de la forma la figura no es regular, su peso es aún mayor; debemos mencionar que la ubicación también establece de manera determinante el peso de los elementos.

Lo mismo ocurre con algunos colores que poseen mayor

peso visual, entre más luminosos sean, mayor peso tendrán dentro de la composición.

Todos estos elementos constituyen una base sólida en la composición dentro del diseño, ninguno de ellos es imprescindible, pero cada uno posee una importancia y un peso específico según se requieran dentro del diseño.

Debemos tomar en cuenta que ningún objeto se percibe como algo único o aislado, implica el asignarle un lugar dentro del todo, una ubicación en el espacio.

Existen tres ubicaciones clave que confieren a cualquier elemento que se sitúe en esa área de mayor importancia gráfica.

La primera se considera a la más alejada del receptor, en base al fenómeno de perspectiva.

Las otras dos, que serían las de máxima importancia compositiva, son la parte superior y el extremo izquierdo del área gráfica. En estas zonas habremos de seleccionar con máxima precisión los elementos que decidamos incluir para que no quede sobrecargada el área. Elegiremos colores menos fuertes y elementos de menor tamaño que en otras zonas, así como un menor número de elementos.

Tendremos también en cuenta que preferimos visualmente

el lado inferior izquierdo. Esto se debe, a que en la cultura occidental la lectura se realiza siempre de izquierda a derecha.

Un conocimiento previo de todos estos factores compositivos que intervienen, como lo son el peso, el tamaño y la posición, permiten al diseñador destacar los elementos más importantes y conseguir el equilibrio apropiado en una composición.



Simetría de Rotación

(Foto 1)

Simetría

Propiedad de equivalencia visual entre elementos de una forma. (11)

La simetría es un término que siempre ha sido asociado con la belleza, y se trata de una propiedad que se halla en casi todas las formas de la Naturaleza. La cual se manifiesta en el cuerpo humano, así como en los animales y las plantas. Existen tres tipos básicos de simetría: de reflejo, de rotación y de traslación.

Simetría de Reflejo

Este tipo de simetría se refiere al reflejo de un elemento alrededor de un eje central o línea de espejo. Puede producirse en cualquier orientación, siempre y cuando el elemento sea el mismo en ambos lados de la línea de espejo. Las formas naturales que crecen o se mueven sobre la superficie terrestre han evolucionado hasta presentar dicha simetría.

(ejemplo: una mariposa muestra este tipo de simetría en el cuerpo y en las alas)

Simetría de Rotación

Como su nombre lo dice esta simetría se refiere a la rotación de los elementos alrededor de un centro común. Existen infinidad de formas naturales que crecen o se mueven a lo largo de una perpendicular con respecto a la superficie terrestre, mostrando este tipo de simetría.

(ejemplo: girasoles, en el tallo y en los pétalos)

Simetría de traslación

Se refiere a la ubicación de elementos en diferentes zonas. Puede producirse en cualquier dirección y a lo largo de cualquier distancia, siempre y cuando se mantenga la orientación básica del elemento. Las formas naturales muestran este tipo de simetría a través de la reproducción, con crías de aspecto similar.



(Foto 2)



(Foto 3)

Estructuras

El uso de estructuras o retículas, para algunos diseñadores gráficos se ha convertido en una parte incuestionable del proceso de trabajo que proporciona precisión, orden y claridad. Para otros en cambio, simboliza opresión estética de la “vieja Vanguardia”, una jaula sofocante que dificulta la búsqueda de expresividad. (12)

Wucius Wong nos señala en su libro, “Fundamentos del diseño” (13), que casi todos los diseños tienen una estructura. Describe que la estructura por regla general, impone un orden y predetermina las relaciones internas de las formas en un diseño. Cuando diseñamos podemos haber creado un diseño sin haber pensado conscientemente en su estructura, pero la estructura está siempre presente cuando hay una organización.

La estructura puede ser formal, semiformal o informal. Al mismo tiempo puede ser activa o inactiva, y por último puede llegar a ser visible o invisible.

Estructura Formal

La estructura formal está compuesta de líneas estructurales que aparecen construidas de manera rígida. Estas líneas estructurales guían la formación completa del diseño, en cuanto al diseño, las formas quedan organizadas con una fuerte sensación de regularidad.

Estructura Semiformal

Este tipo de estructura es bastante regular, pero puede variar y componerse o no de líneas estructurales que determinan la disposición de los módulos.

Estructura Inactiva

Todos los tipos de estructuras pueden ser activos o inactivos. Cuando nos referimos a una estructura inactiva, es cuando se compone de líneas estructurales que son puramente conceptuales, sirven para guiar la ubicación de formas o de módulos, pero no interfieren con sus figuras ni dividen el espacio en zonas distintas.

Estructura activa

Con estructura activa nos referimos a las que se componen de líneas estructurales, pero que al mismo tiempo son conceptuales; estas líneas pueden dividir el espacio en subdivisiones individuales, que interactúan de varias maneras con los módulos que contienen.

Estructura invisible

En la mayoría de los casos, las estructuras son invisibles, no importa si son formales, semiformales, informales, activas o inactivas.

En este tipo de estructuras las líneas estructurales son conceptuales y activas pero no son líneas visibles.

Estructura visible

A veces un diseñador puede preferir una estructura visible, lo que significa que las líneas estructurales existen como reales y visibles. Tales líneas deben ser tratadas como una clase especial de módulo, ya que poseen todos los

elementos visibles y pueden interactuar con los módulos y con el espacio contenido por cada una de las subdivisiones estructurales.

Las líneas estructurales visibles e invisibles pueden ser utilizadas conjuntamente

1.3 El Color

El color es un aspecto muy importante de la vida y el ser humano es uno de los seres privilegiados de la Naturaleza por poder disfrutar de el, puesto que estamos rodeados de colores, y estos forman parte de nuestra vida diaria, y si bien este aspecto de la vida es importante en todas y cada una de sus facetas, lo es aún más en el mundo del diseño.

Según Harald Koppers en su libro “Fundamentos de la teoría del color” **(14)** Menciona que el color solo parece ser una cualidad del material o característica de una imagen y objeto, pero no es así, es mas bien una apreciación subjetiva nuestra; de hecho solo existe como impresión sensorial del contemplador. Por medio de la luz y el proceso de refracción, el ojo humano es obligado a producir sensaciones cromáticas, los colores no existen físicamente, dentro o sobre los objetos; si no en el ojo, al ser interpretado por el cerebro.

Color es el nombre de la respuesta en la mente de cierta células nerviosas extremadamente pequeñas dentro de la retina, debido al estímulo de la reacción de los rayos de luz. Algunos rayos entran o son absorbidos por algunos objetos y otros se reflejan de rebote en los ojos y es lo que produce una sensación de color específico. El aspecto de los colores depende de la composición espectral de la iluminación existente, es decir si cambia la iluminación, cambia la gama de color percibida.

Existe la luz blanca, es la que esta formada por los colores primarios luz, el azulvioleta, rojo naranja y verde. A la unión de estos se le llama síntesis aditiva, dando como resultado el color blanco.

También existen los colores primarios pigmento, que lo conforman el cyan, amarillo, magenta. La unión de ellos se le llama síntesis sustractiva y es la que conforma el color negro.

Ahora bien existen también los colores compuestos, que teóricamente son lo que componen los demás colores, y los cuales se obtienen mezclando los colores base.

(Ver ejemplo 1)

El color es un elemento básico y primordial, en el momento en que elaboramos un mensaje visual. Los colores emiten radiaciones y algunas personas son más susceptibles que otras a ellas, pero todos tienen características peculiares, que influyen en nuestras reacciones.

El color nos provoca muchas sensaciones, sentimientos, estados de ánimo, nos transmite mensajes, nos expresa valores, situaciones y sin embargo, no existe más allá de nuestra percepción Visual.



*Círculo Cromático
(Ejemplo 1)*

La Semántica del Color

“El color fabrica un universo imaginario. Nos hace viajar a las islas, nos emerge en el mar o nos sostiene en pleno cielo” (15)

La semántica tiene como finalidad establecer el significado de los signos, y en este caso nos referimos de lleno al color. El color es un elemento cargado de información y es una de las experiencias visuales más penetrantes que todos tenemos en común, por lo que constituye una valiosísima fuente de comunicadores visuales.

Compartimos los significados asociativos del color con todo lo que nos rodea y al mismo tiempo le asociamos un significado.

Aquí estudiaremos tres diferentes aplicaciones del color en el ámbito gráfico siguiendo la clasificación que se realiza en “Grafismo Fundamental”: El color denotativo, el color connotativo y el color esquemático.

Color Denotativo

Nos referimos al color cuando está siendo utilizado como representación de la figura, es decir, esta siendo

incorporado las imágenes realistas de la fotografía o la ilustración; es decir el color como atributo realista o natural de los objetos o figuras.

Dentro del color denotativo se pueden distinguir tres categorías: Icónico, saturado, y fantástico, pero siempre reconociendo la iconicidad de la forma que se presenta.

El color icónico:

La expresividad cromática ejerce una función identificadora, por ejemplo cuando decimos que las plantas son verdes, el cielo es azul y el sol amarillo. El color es un elemento esencial de la imagen realista, la adición de un color natural acentúa el efecto de realidad, permitiendo que la identificación sea más rápida. Así el color ejerce una función de realismo que se superpone a la forma.

El color saturado:

Esta segunda variable es un cromatismo exaltado de la realidad, es más brillante y pregnante. Es el uso de

colores más densos, puros y más luminosos. El color saturado obedece a la necesidad creada por la fuerte competitividad de las imágenes, donde la exageración de los colores resalta las imágenes, y puede decirse que el mundo resulta más atractivo de esta forma.

El color Fantasiioso:

Otra variable en el que la fantasía o la manipulación del color nace como una nueva forma expresiva. Es cuando no se altera la forma pero sí el color. Por ejemplo cuando alteramos los colores en las fotografías, vemos que la forma permanece mientras que el color es alterado creando una fantasía de representación.

Color Connotativo

La connotación se refiere a los factores no descriptivos, es decir a los psicológicos, simbólicos o estéticos que afectan a las perspectivas de la sensibilidad.

“El lenguaje de los colores”, significa que éstos no sólo se limitan a representar la realidad en imagen, sino que también pueden hablar. Cada color es un signo que posee su propio significado.

Dentro del color connotativo están presentes dos categorías, el color Psicológico y el color Simbólico.

Color Psicológico:

El color psicológico o mejor conocido como la psicología del color se refiere a las diferentes impresiones que emanan del ambiente creado por el color. La psicología de los colores fue ampliamente estudiada por Goethe, que examinó el efecto del color sobre los individuos.

Del libro “Grafismo Fundamental” y “Color Harmony for the Web” de Cailin Boyle extraemos algunos de los significados atribuidos al color.

Rojo: Es un color cálido que significa vitalidad, peligro, excitación, fuego, pasión, sangre, lucha y posee cierta connotación Sexual. Al mismo tiempo es un color exultante y agresivo.

Violeta: Es el color de la templanza, de la lucidez y de la reflexión. Es místico, melancólico e introvertido. cuando tiene al púrpura proyecta una sensación de majestad, riqueza, realeza, sofisticación, inteligencia.

Azul: Es el símbolo de la profundidad. Es un color reservado y entra dentro de los colores fríos. Produce una sensación de serenidad, tranquilidad, verdad, dignidad, constancia, fiabilidad y poder.

Amarillo: Es el color más luminoso, más cálido, ardiente y expansivo. se considera el color del sol, la luz y el oro. Emana calidez, brillo y alegría.

Verde: Es el color más tranquilo y sedante. Evoca la naturaleza, frescor, vegetación y salud. Es el color de la

calma, no transmite alegría, tristeza o pasión. Suscita la esperanza de una vida renovada.

Negro: Es el símbolo del silencio, misterio y en ocasiones puede significar impuro y maligno. Confiere sofisticación, elegancia, poder y rebelión.












Blanco: Tiene un valor límite, frecuentemente extremos de brillo y saturación. Puede expresar paz, feliz, activo, inocente, pureza, limpieza, luminosidad y vacío.

Gris: Es el centro neutro y pasivo de todo, simboliza la indecisión y la ausencia de energía, expresa duda y melancolía.





Dicho lo anterior, podemos comprender, como el color influye en nuestra percepción de las cosas, y que cada color a su vez nos representa ciertas emociones y sensaciones distintas.










Eva Heller en su libro "*Psicología del Color*", menciona que existen colores que a su vez son más agradables a la vista, y por lo tanto son los más apreciados por el ojo humano.

Los colores más apreciados.

	Azul	45 %
	Verde	15 %
	Rojo	12 %
	Negro	10 %
	Amarillo	6 %
	Violeta	3 %
	Naranja	3 %
	Blanco	2 %
	Rosa	2 %
	Marrón	1 %
	Oro	1 %

Los colores menos apreciados.

	Marrón	20%
	Rosa	17%
	Gris	14%
	Violeta	10%

	Naranja	8 %
	Amarillo	7 %
	Negro	7 %
	Verde	7 %
	Rojo	4 %
	Oro	3 %
	Plata	2 %
	Blanco	1 %
	Azul	1 %

Estas relaciones entre los colores que se consideran más y menos apreciados, varían un poco y dependen mucho de los colores con los que se le asocien en un diseño, por ejemplo:

Azul es un color frío y pasivo, sereno y fiel. El color de las cualidades espirituales. Cuando se le relaciona con el verde y el rojo, el azul despierta sentimientos de simpatía y armonía; con el violeta sugiere la fantasía y con el negro parece masculino y grande.

Rojo es un color cálido, cercano, atractivo y sensible. El

rojo combinado con el rosa parece inocente, y con el violeta es seductor. Junto al negro, adquiere un significado negativo, parece agresivo y brutal.

Amarillo es divertido junto al naranja y al rojo, pero es amable junto al azul y el rosa. Combinado con gris y negro, el amarillo se torna siempre negativo, como en el acorde de la envidia y de los celos.

Verde es tranquilizante junto al azul y al blanco, pero junto al azul y el amarillo forma el acorde de la esperanza, con el rojo el de lo sano y con el violeta el de lo venenoso.

Blanco es ideal y noble junto al oro y al azul, objetivo junto al gris, ligero junto al amarillo y silencioso junto al rosa.

Gris es un color inseguro junto al amarillo, modesto junto al blanco. Se considera serio, aburrido y desapacible junto al marrón.

Negro es anguloso y duro junto al gris y el azul, elegante junto al plata y blanco, poderoso junto al oro y el rojo.

Violeta es extravagante y artificial junto al plata, original y frívolo con el naranja y mágico con el negro.

Rosa es delicado y femenino junto al rojo, infantil junto al amarillo y el blanco, dulce y barato junto al naranja.

Naranja es divertido con el amarillo y el rojo, gustoso con el oro, llamativo e inadecuado junto al violeta y aromático con el verde y el marrón.

Marrón acogedor sólo junto a colores alegres y luminosos. Se considera anticuado y feo junto a todos los colores apagados. Corriente y tonto junto al gris y el rosa. Antierótico junto al blanco, áspero y desagradable junto al verde y el violeta.

Oro es la felicidad con el rojo y el verde, la belleza con el blanco y el rojo, la presuntuosidad con el naranja y el amarillo.

Plateado veloz y dinámico junto al rojo, moderado junto al negro.

El color Simbólico:

Aquí analizaremos el color no en cuanto a su significado psicológico, si no como una significación simbólica o codificación cultural. En esta variable el color simbólico surge como un elemento sensible que esta en lugar de algo ausente, y que no hay entre ambos relación convencional.

Con esto nos referimos a que algunas religiones o civilizaciones han hecho uso intencionado del color, atribuyéndoles diferentes significados que varían

dependiendo el contexto en que se desarrolle; por ejemplo en algunas religiones como en china, el amarillo es un color sagrado, sin embargo en otras no significa nada trascendental.

El Color Esquemático

Se considera color esquemático cuando este es extraído de su propio contexto, ya sea icónico o denotativo, y es considerado sólo en cuanto a materia cromática, convirtiéndolos así en una propiedad autónoma utilizable para los objetos de diseño y los mensajes gráficos.

El color esquemático es combinable con todos sus tonos y matices, pero siempre color plano.

Existen tres variables dentro del color esquemático:

El color Emblemático:

Es cuando el uso de un color se ha erigido en emblema para su uso social. Por ejemplo los cinco aros olímpicos, la cruz roja, las banderas nacionales y hasta los colores institucionales de los uniformes.

Se tratan de un simbolismo práctico creado para ayudar a identificar y memorizar, a través del emblema cromático, las organizaciones, los servicios públicos y las instituciones sociales.

El color Señalético:

Se refiere a la variable señalética que obtiene el color en toda su potencia esquemática, para convertirse en la base de un código señalético.

Se trata del uso de colores de alta saturación, los colores base de seguridad codificados universalmente son el amarillo: Peligro, Rojo: Alto absoluto, material de incendio. Verde: vía libre, puestos de auxilio. Blanco y negro: trazados de recorrido. Azul: para captar la atención.

El color Convencional:

Aquí se utiliza el color con absoluta libertad de abstracción, al margen de la representación. Se utiliza para colorear diferentes superficies o grafismos del mensaje visual: las masas cromáticas en la relación figura-fondo, donde las primeras son figura y generalmente geométricas. Se busca una expresividad por el color, por ejemplo, en las compaginaciones tipográficas, gráficos estadísticos, diagramas y otras visualizaciones no sujetas al código de la realidad.

El color tiene capacidad de expresión, significado y provoca una reacción o emoción. Construye, porque todo color posee un significado propio, capaz de comunicar una idea. El color es uno de los medios más subjetivos con el que cuenta el diseñador, ya que posee con una gran fuerza y

se emplea para expresar y reforzar la información visual. Tiene mucho poder de atracción o rechazo dependiendo del uso que se le dé.

El color como elemento claramente evidenciado de nuestro diseño, puede ser la clave del éxito, todo diseño está cargado de significado cuando elegimos un color; por lo que debemos tomar muy en cuenta estas recomendaciones al momento de diseñar.



CAPÍTULO 2



2.1 Proporción

El coligiate de Webster define la Proporción como “la relación en magnitud, cantidad o grado de uno con otro”

Ahora bien, la proporción es un factor de suma importancia en la vida y el que más ciertamente se asocia con la belleza. Si estudiamos el cuerpo humano y la forma de otros seres vivos, elementos naturales u objetos, es muy probable que su belleza dependa de la proporción, o de la relación en que se encuentran sus partes con respecto al todo.

La proporción es un concepto, que al igual que los vistos anteriormente, no podemos olvidar a la hora de diseñar. El diseño debe ser un todo en el que no falle ningún elemento.

Recordemos que cada elemento tiene una función determinada dentro de la composición, por tanto la

información visual que aporta un elemento puede cambiar según lo hagan las propiedades del mismo, como su tamaño, forma o color; pero sobre todo su proporción, el peso visual que tenga en el total de la composición.

Podemos delimitar proporciones mediante el color, que nos puede ir definiendo progresivamente distintas áreas tonales que nos permiten distribuir de forma adecuada toda la información gráfica. Otra forma puede ser jugando con la disposición de los distintos bloques de elementos, de forma que parcialice y estructure las zonas de nuestro diseño. Sin embargo debemos tener cuidado con la parcialización, que nos puede llevar a la creación de un excesivo número de bloques de elementos, ya que unos pueden llegar a perturbar a otros y restarles significación.

La proporción es una importante variante que influye

La proporción al igual que el esquema de movimiento y equilibrio, ambas cualidades están siempre presentes en las formas orgánicas de la naturaleza, al igual que la proporción y el ritmo figuran entre las características más notables de las formas naturales.

en el modo en el que percibimos las cosas. Las formas angulares, alargadas y las formas oblongas (dominantes en el período barroco) amplían el campo de visión, con lo que dan la impresión de captar más una escena particular, creando una estética dominante. Las formas angulares cortas dan la impresión de ser más tímidas y humildes.

Proporción por tamaño

Indudablemente, la forma más directa de marcar proporciones es mediante el tamaño relativo de los elementos. Los elementos más grandes, altos o anchos tienen una carga visual superior a los más pequeños, cortos o finos, creando zonas de atracción más intensas.

Proporción por color

También podemos delimitar proporciones en un grafismo mediante el color, con el que podemos definir distintas áreas tonales útiles para distribuir de forma adecuada toda la información gráfica. En este sentido, los colores puros y saturados tienen un mayor peso visual que los secundarios neutros, y estos mayor que los terciarios poco saturados.

Proporción por agrupaciones

Otra técnica para definir proporciones es el uso de agrupaciones de elementos y la correcta distribución de estas en el escenario, lo que nos va a permitir estructurar de una forma u otra la composición.

Este sistema suele dar buenos resultados, siempre que no abusemos de él creando un excesivo número de bloques significativos, ya que entonces se restarían importancia unos a otros y se perdería la proporcionalidad buscada.

Proporción por regularidad

Más reglas prácticas referentes a la proporción son: Las formas regulares tienen menor peso que las irregulares.

Proporción por alargamiento

Las formas alargadas y angulares alargan el campo de visión, creando zonas dominantes.

Sean cuales sean los elementos usados en una composición deberemos siempre buscar unas proporciones adecuadas entre ellos, con objeto de que cada uno cumpla su papel comunicativo de forma adecuada.

2.2 Teorías en la Naturaleza

47

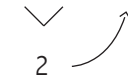
Secuencia de Fibonacci

La secuencia de Fibonacci aparece reflejada en la naturaleza, el arte, y hasta en la procreación de animales. ¿Qué es y para qué sirve esta sucesión de números descubierta en plena Edad Media? (1)

Dicen que la matemática es el lenguaje de la naturaleza. Es un idioma que aparece encriptado en un sinfín de ejemplos, a la espera de ser descubiertos. Por eso, la secuencia de Fibonacci, surgida a principios del siglo XIII, es un antes y un después en la constatación de una especie de ley universal sustentada en números y repetida sistemáticamente. (2)

La sucesión de Fibonacci es una secuencia de números en la que cada uno es la suma de los dos términos anteriores (1, 1, 2, 3, 5, 8, 13...) esta sucesión de números fue descrita por primera vez en *liber Abaci* (Libro del Ábaco), un libro publicado en 1202 por Leonardo de Pisa, también conocido como Fibonacci.

1 + 1 2 3 5 8 13 21 34 55 89 144 233 377 610 987 1597 ...



Con frecuencia se observan patrones de esta secuencia en las formas naturales, como los pétalos de las flores, las espirales de las galaxias, los huesos de la mano y eso por mencionar algunos ejemplos.

W. Lidwell (3) dice que *“La omnipresencia de esta secuencia en la naturaleza ha llevado a la conclusión de que los patrones basados en esta sucesión son intrínsecamente estéticos y, por lo tanto, merecen un puesto importante en el campo del diseño”*.

En 1994 la Universidad de Cambridge publicó un estudio de Roger Jean, quien estudió 650 especies y 12,500 especímenes de plantas, y llegó a la conclusión de que en el 92% de los casos cumplían en sus espirales con una secuencia Fibonacci. Se ha demostrado que los patrones de Fibonacci también están presentes en muchas obras clásicas, tanto poéticas como artísticas, musicales y arquitectónicas.

Wolf Zeising, un apasionado de las matemáticas y la filosofía, encontró la famosa secuencia, en la ordenación de las ramas a lo largo del tronco de las plantas. Aplicó sus conclusiones a esqueletos de animales y la disposición de sus venas y nervios, en la geometría de los cristales y en la proporción de las obras artísticas. En 1854 escribió que una *“Ley universal esta detrás de la belleza tanto de la naturaleza como del arte, que penetra como un*

ideal supremo espiritual todas las estructuras, formas y dimensiones: cósmica o individual, orgánica o inorgánica, acústica u óptica”.

Es admirable ver como estás personas a lo largo de sus investigaciones, han analizado un patrón que en un principio pudo haber sido obra de la casualidad y la observación, pero es tanto el interés que despierta el tema, que en la actualidad se ha reconocido como tal, mismo que se ha estudiado detenidamente por muchas personas y también muy admirado por otras.

Para entender un poco más acerca del tema, veremos ciertas características hacen a esta secuencia tan interesante.

Curiosidades de Fibonacci

Un término de cada tres de la sucesión de Fibonacci es par, uno de cada cinco es múltiplo de cinco.

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144 ...

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144 ...

La suma de 10 números consecutivos de la serie Fibonacci, es siempre divisible por 11.

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55 = 143 ÷ 11 = 13

Los números consecutivos de Fibonacci son primos entre si. Si no lo fueran, no tendrían un factor común y todos los términos de la sucesión serían múltiplos del mismo.

La razón entre dos números consecutivos de la sucesión, va oscilando por encima y por debajo de la razón áurea. A medida que se avanza en la serie, la diferencia de la razón de Fibonacci con la razón áurea se va haciendo cada vez menor.

Si reducimos a un dígito la serie de Fibonacci 1, 1, 2, 3, 5, 8, 1, 21, 34, 55, 89, 144, nos encontramos con la siguiente serie de números:

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

A primera vista la serie podría parecer irrelevante, pero eso es algo lejos de la realidad. Si observamos bien, la serie se repite cada 24 números, tiene un nueve en la doceava y la veinticuatroava posición, además de que cada cuarto dígito es múltiplo de tres. Después de cada nueve viene un dígito repetido, que es el complementario del que sigue al próximo nueve. De hecho, la serie se divide en dos series de 12 números en posiciones complementarias, y tomando al doceavo nueve como centro hacia los lados se alternan números idénticos y complementarios.

En efecto, la ciclicidad de las series recuerda de inmediato la división del día en un ciclo de 24 horas y dos de 12. Esta división aparentemente arbitraria del día es una herencia del sistema duodecimal que usaban babilonios y sumerios, como lo es también la afición de contar por gruesas, que son 12 docenas de objetos (144, el doceavo término de la serie = 1 + 4 + 4 = 9), la división del pie en 12 pulgadas y la creencia de que el número 13 es de mala suerte. El sistema duodecimal ha influido en el simbolismo de la cultura greco-mediterránea extensa y profundamente; algunas pruebas: son 12 los signos del zodiaco, son 12 las tribus de Israel, 12 los discípulos de Cristo y 12 los meses del año. En general se puede decir que el 12 tiene ventajas sobre el 10 como sistema de cálculo debido a sus múltiples divisores. Ahora podemos ver que tiene, además, otras propiedades secuenciales y reverberantes que son intrínsecas a las series numéricas de Fibonacci.

Por lo general, las sucesiones de Fibonacci se utilizan en consonancia con la sección áurea, un principio con el que guarda una estrecha relación, y que analizaremos a continuación.

>(1) (2) Revista QUO / pag. 62-63
 >(3) Principios universales de diseño / Blume / pag.178
 >http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/152/htm/sec_12.htm
 > <http://www.goldenratio.com.ar/>

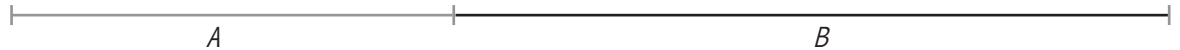
Proporción Áurea

Durante los últimos siglos, surgió el mito de que los antiguos griegos estaban sujetos a una proporción numérica específica, esencial para sus ideales de belleza y geometría. Dicha proporción también conocida con los nombres de Divina Proporción, Media Áurea o Proporción Áurea.

Los griegos de la antigüedad clásica creían que la proporción conducía a la salud y a la belleza. En su libro Los Elementos (300 a. C.), Euclides demostró la proporción que Platón había denominado «la sección», y que más tarde se conocería como «sección áurea». Ésta constituía la base en la que se fundaba el arte y la arquitectura griega. En la Edad Media, la sección áurea era considerada de origen divino; se creía que encarnaba la perfección de la creación divina y que el entendimiento de dicha proporción podría ayudar a acercarse a Dios.

Euclides definió una proporción derivada de la simple división de una línea en lo que denominó su «**media y extrema razón**». En palabras de Euclides:

Se dice que un segmento está dividido en media y extrema razón cuando el segmento total es a la parte mayor como la parte mayor es a la menor. (4)



Dicho en otras palabras la Sección Áurea, es la proporción entre dos segmentos, donde el segmento menor está en la misma proporción con respecto al mayor, y el mayor con respecto a la suma de ambos, es decir, con respecto al total. Lo que quiere decir que el segmento menor es aproximadamente un 62 % del mayor y que este segmento mayor es un 62% de la recta completa.

¿Quién hubiera pensado que esta división de líneas aparentemente inocente, tendría consecuencias en temas tan distintos como la botánica, la estructura de las galaxias, o desde las matemáticas a las artes?

Sin duda alguna, es cierto que la armonía se puede expresar mediante cifras, y la armonía de dicha proporción se revela de forma natural en muchos lugares.

Esta proporción, es considerada como la más armoniosa para la sensibilidad humana, y corresponde a las proporciones que nos presenta con sorprendente frecuencia la misma naturaleza.

En el arte y la arquitectura también se han usado con extraordinarios resultados las famosas propiedades armoniosas de la Sección Áurea.

Si la sección Áurea tiene algo que ver con las preferencias estéticas inherentes al ser humano o si sólo se trata de una antigua técnica de diseño convertida en tradición, no hay duda de su influencia pasada y presente en el campo del diseño. (5)

La pregunta que todos los diseñadores nos hacemos al principio es: ¿Cómo podemos distribuir el espacio de diseño de una forma acertada?. Pues bien, no hay una norma que nos indique la división perfecta, pero existe

una fórmula muy conocida en el mundo del diseño, que permite dividir el espacio en partes iguales, para lograr un efecto estético agradable y que puede llegar a ser muy eficaz. Esta teoría se denomina “La regla Aurea”, también conocida como “sección áurea”.

Mencionamos que existe una estrecha relación entre la secuencia de Fibonacci y la Proporción Áurea. Pero ¿De qué forma se relacionan las cifras de una secuencia deducida a partir de la cría de conejos con una proporción definida mediante la división de una línea? (6)

En el libro “On Growth and Form” del naturalista Sir D’Arcy Wentworth Thompson (1860-1948), habla al respecto de esta relación, mencionando lo siguiente: «Sobre estos famosos y fascinantes números, un amigo matemático me escribe: *“Todo el romanticismo... yace en ellos, y son la fuente de una infinita curiosidad. Qué interesante resulta observar el modo en que luchan por alcanzar lo inalcanzable, la Proporción Áurea, por ejemplo; y esta es solo una de las miles de relaciones similares”*»

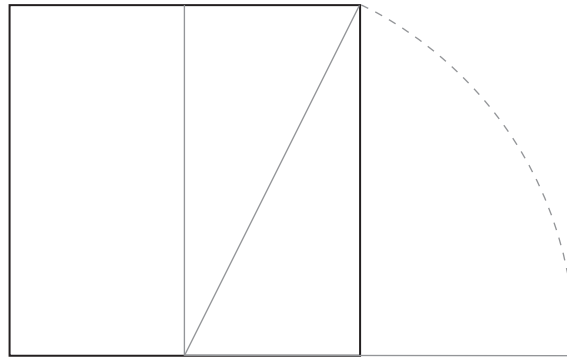
Si lo decimos con otras palabras, las sucesivas aproximaciones que encontramos en la secuencia de Fibonacci son exactamente igual a las de la Proporción Áurea. Esta relación entre ambas, la veremos más claramente cuando hablemos del Número Áureo o mejor conocido como el Número de Oro.

> (4) Proporción Aurea / Mario livio / pag.
 > (5) Principios universales de diseño / Blume / pag.96
 > (6) Proporción Aurea / Mario livio / pag. 115

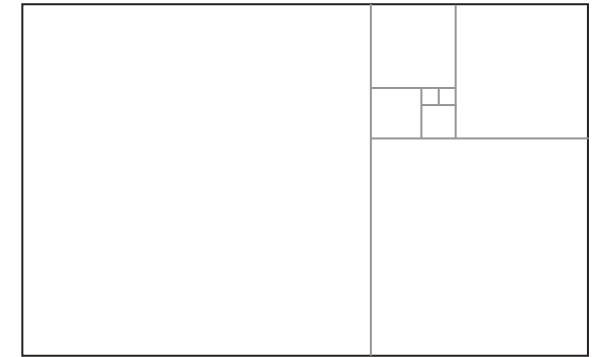
Rectángulo Áureo

Un rectángulo especial es el llamado rectángulo áureo. Se trata de un rectángulo armonioso en sus dimensiones, cuyos lados están en una proporción igual a la razón áurea es llamado un rectángulo áureo o rectángulo dorado.

Hay diferentes formas de obtener un rectángulo áureo; una manera fácil de hacerlos es si dibujamos un cuadrado y marcamos el punto medio de uno de sus lados. Lo unimos con uno de los vértices del lado opuesto y llevamos esa distancia sobre el lado inicial, de esta manera obtenemos el lado mayor del rectángulo.



(ejemplo 1)

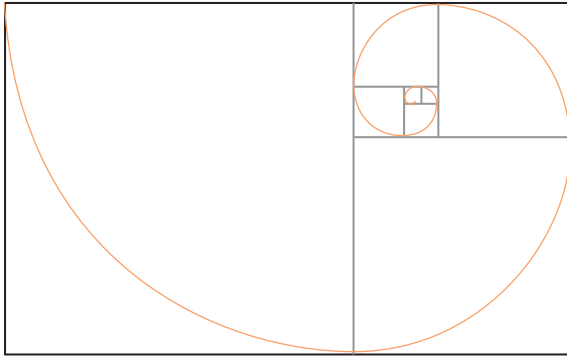


(ejemplo 2)

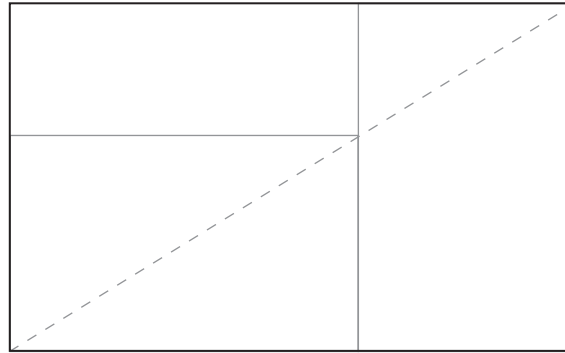
El rectángulo áureo tiene una propiedad muy interesante. A partir de él podemos obtener una infinidad de nuevos rectángulos áureos. El proceso consiste en quitar a cada rectángulo áureo un cuadrado, la superficie que queda luego de hacer esto es un nuevo rectángulo áureo. Es posible aplicar el proceso a la inversa, y construirse un rectángulo más grande.

Es posible construir una espiral de oro en base a un rectángulo áureo seccionado.

Otra propiedad de este rectángulo es que si se colocan dos iguales como en la figura, se forma otro rectángulo áureo más grande.



(ejemplo 3)



(ejemplo 4)

Los rectángulos áureos están presentes de forma intuitiva en muchas producciones artísticas del ser humano tales como la pintura, escultura, arquitectura y hasta en objetos de uso cotidiano.

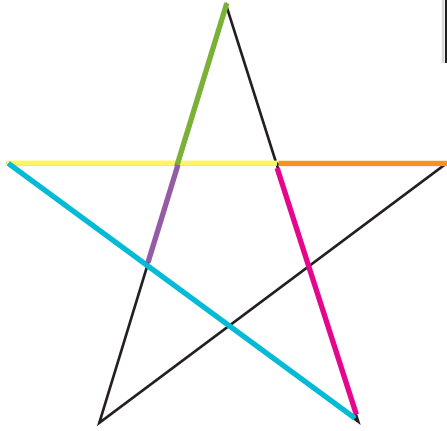
Los griegos lo consideraban de particular belleza y al parecer a la mayoría de las personas también les parece más agradable a la vista un rectángulo con esas proporciones entre sus lados, inconscientemente se diseñan infinidad de cosas que resultan tener la forma de un rectángulo áureo y muchas de ellas las analizaremos más adelante.

>Proporción Áurea / Mario Livio / Pag. 26

><http://www.interactiva.matem.unam.mx/aurea/html/rectangulo.html>

><http://www.nuevaalejandria.com/archivos-curriculares/matematicas/nota-013.htm>

><http://rt000z8y.eresmas.net/El%20numero%20de%20oro.htm#3>



Existe la relación del número áureo también en el pentáculo o pentagrama, un símbolo pagano en donde el número áureo aparece en la relación de sus lados, de la siguiente manera:

$$\Phi = \frac{\text{Azul}}{\text{Rosa}} = \frac{\text{Amarillo}}{\text{Naranja}} = \frac{\text{Verde}}{\text{Morado}}$$

Número de Oro

Números su ley natural.

Hemos hablado ya de las características de la secuencia de Fibonacci y mencionamos que existe una estrecha relación con la Sección Áurea, pero ahora veremos como a su vez constituyen una relación aún mayor con Phi, el número de oro.

Número de Oro, también conocido como Número Divino, debido a que posee propiedades interesantes y cualidades increíbles que llevó a los griegos a pensar que Dios estaba presente en este número.

El número de oro es un número irracional, un decimal infinito representado con la letra griega Phi Φ . El número de Oro se obtiene mediante la ecuación:

$$\Phi = 1 + \sqrt{5} / 2 \approx$$

1.61803 39887 49894 84820 45868 34365 63811 77203 09179 80576
 28621 35448 62270 52604 62818 90244 97072 07204 18939 11374
 84754 08807 53868 91752 12663 38622 23536 93179 31800 60766
 72635 44333 89086 59593 95829 05638 32266 13199 28290 26788
 06752 08766 89250 17116 96207 03222 10432 16269 54862 62963
 13614 43814 97587 01220 34080 58879 54454 74924 61856 95364
 86444 92410 44320 77134 49470 49565 84678 85098 74339 44221
 25448 77066 47809 15884 60749 98871 24007 65217 05751 79788
 34166 25624 94075 89069 70400 02812 10427 62177 11177 78053
 15317 14101 17046 66599 14669 79873 17613 56006 70874 80710

13179 52368 94275 21948 43530 56783 00228 78569 97829 77834
 78458 78228 91109 76250 03026 96156 17002 50464 33824 37764
 86102 83831 26833 03724 29267 52631 16533 92473 16711 12115
 88186 38513 31620 38400 52221 65791 28667 52946 54906 81131
 71599 34323 59734 94985 09040 94762 13222 98101 72610 70596
 11645 62990 98162 90555 20852 47903 52406 02017 27997 47175
 34277 75927 78625 61943 20827 50513 12181 56285 51222 48093
 94712 34145 17022 37358 05772 78616 00868 83829 52304 59264
 78780 17889 92199 02707 76903 89532 19681 98615 14378 03149
 97411 06926 08867 42962 26757 56052 31727 77520 35361 39362

50
 100
 200
 300
 400
 500
 1000

Estas son las primeras 1,000 cifras decimales del número de oro, y hasta la fecha no se han revelado todas las cifras que componen a dicho número, por lo que se considera un número infinito. ¿Será esta una de las cualidades que hace a este número tan interesante?

Hay una relación entre Phi y la Secuencia de Fibonacci, recordamos que esta secuencia se forma por términos donde cada uno es la suma de los dos anteriores, y los dos primeros términos son 1 y 1.

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610, 987, 1597, ...

Si dividimos los pares consecutivos, el cociente se acerca cada vez más al número Phi.

$$\begin{aligned}
 1 / 1 &= 1.00000 \\
 2 / 1 &= 2.00000 \\
 3 / 2 &= 1.50000 \\
 5 / 3 &= 1.66667 \\
 8 / 5 &= 1.60000 \\
 13 / 8 &= 1.62500 \\
 21 / 13 &= 1.61538 \\
 34 / 21 &= 1.61905 \\
 55 / 34 &= 1.61765 \\
 89 / 55 &= 1.61818 \\
 144 / 89 &= 1.61798 \\
 233 / 144 &= 1.61806 \\
 377 / 233 &= 1.61803 \\
 610 / 377 &= 1.61804 \\
 987 / 610 &= 1.61803 \\
 1597 / 987 &= 1.61803
 \end{aligned}$$

Otro dato curioso es que *Phi*, el número de oro, es el único cuyo inverso es él mismo número menos uno.

$$\Phi^{-1} = 1.618033989\dots$$

$$\Phi - 1 = 0.618033989\dots$$

Recordaremos que la Sección Áurea, es la proporción entre dos segmentos, donde el segmento menor está en la misma proporción con respecto al mayor, y el mayor con respecto al total. Pero ¿Qué pasa con estos segmentos? ¿Qué relación tienen con Phi? Sin lugar a duda que mucha más de la que pensamos en un principio. Si nosotros tomamos estos dos segmentos y los dividimos, obtendremos a Phi, el mismo número presente en la Secuencia de Fibonacci.

Ahora todo comienza a adquirir un mayor significado, y esto es solo el principio en cuanto al juego de números presentes, no solo en la relación de estas teorías, si no en la infinidad de lugares donde se hacen ver presentes.

En este sentido, podemos decir que Dios realmente está en los números.

-> <http://www.goldenratio.com.ar/>

-> <http://goldennumber.net/phi20000.htm>

-> Proporción Áurea /Mario Livio /pag. 94

2.3 El Diseño de la Naturaleza

57

Si observamos al mundo que nos rodea, todo lo que vemos en nuestro alrededor, todo posee un diseño particular; el cual es creado generalmente de modo armonioso y apuntando a un fin determinado.

¿Qué podemos decir de la misma Naturaleza? ¿Puede ser que también haya sido diseñada ?

Sin lugar a duda la respuesta es sí. Recordemos todas las teorías mencionadas con anterioridad, y su estrecha relación entre ellas, las mismas que se nos presentan en la naturaleza, una y otra vez. Está claro que se trata de un diseño en particular.

Veremos como las formas naturales, las criaturas en la naturaleza, incluidos los seres humanos, exhiben un planeamiento muy bien pensado y forman parte de este gran diseño, donde sin lugar a duda aparecen la proporción

y el número áureo. Este diseño se hace presente en el crecimiento de las plantas, los frutos, la distribución de las hojas en un tallo, dimensiones de insectos y pájaros, la formación de caracolas, entre otros.

Nosotros sin lugar a duda, formamos parte de este magnífico diseño; creados con una perfección indiscutible, nuestro cuerpo, nuestras manos son funcionales, nuestros ojos leen con una perfección y un enfoque que no consiguen las mejores cámaras fotográficas.

La naturaleza misma de la forma impone la razón. Este tipo de razones las veremos con detenimiento cuando hablemos del comportamiento presente dentro de las formas naturales.

El diseño que está presente en las formas de la naturaleza, es considerado el más perfecto y más estético de todas las proporciones, debido a sus cualidades únicas que se repiten una y otra vez en las formas naturales.

Filotaxis

Relación entre los Números de Fibonacci y las plantas y animales.

Filotaxis palabra acuñada por el naturalista suizo Charles Bonnet (1720-1793).

Al estudio de la organización que tienen las hojas y pétalos de las plantas se le conoce como filotaxis; esta rama de la botánica ha descubierto que los números de Fibonacci se encuentran presentes a la hora de tratar de explicar el orden natural.

A esta disposición que presentan las hojas a lo largo de un tallo de una planta o las ramas a lo largo de un tronco; tienden a crecer en posiciones que optimizan su exposición al sol, lluvia o aire.

La disposición que presentan es característica de cada especie y tiene la función de que las hojas estén expuestas con el mínimo de interferencias posibles, por lo que las hojas no crecen directamente una sobre la otra, ya que esto imposibilitaría a las hojas que están más abajo a obtener la humedad y la luz que necesitan.

Dependiendo la ubicación de las hojas se clasifican en:

Opuestas: Se denomina así a las hojas que se encuentran situadas una en frente de otra en el mismo nivel del tallo

Decusadas: Cada verticilo con respecto al anterior está girado 90°. Forman una cruz las de dos nudos consecutivos

Esparcidas: Cuando se disponen siguiendo una hélice

Verticiladas: Cuando de un verticilo salen tres o más hojas

Resota: Cuando nacen al nivel del suelo; el conjunto presenta forma de estrella.

La organización que tienen las plantas no solamente dependen de su disposición, sino del número de hojas con las que cuenta cada especie. Si se analiza la sucesión foliar de plantas, si se cuentan los pétalos de distintas flores, muchas tienen 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55... y recordaremos que estos números están presentes en la secuencia de Fibonacci. Lo mismo sucede si se analizan los caparzones de caracoles y moluscos, donde se muestran espirales áureas, que podemos observar más claramente en la concha del Nautilus.



(Foto 4)



(Foto 5)

El hecho de que las hojas de las plantas siguen ciertos patrones fue observado en la antigüedad donde el estudio de la filotaxis no fue más allá de observaciones cualitativas; fué hasta el siglo XV que Leonardo da Vinci (1452-1519) agregó un elemento cuantitativo a la descripción de la distribución de las hojas al notar que las hojas estaban distribuidas en patrones con forma de espiral, en ciclos de 5 que corresponde a un ángulo de $2/3$ de vuelta.

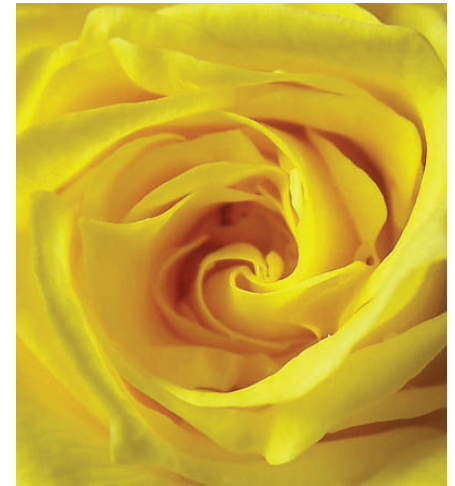
Por ejemplo, el tilo tiene hojas opuestas y corresponde a $1/2$ de vuelta alrededor del tallo. En otras plantas, como el avellano, zarzamora y haya, el paso de una hoja a otra necesita un tercio de vuelta que corresponde a $1/3$. En el manzano, roble y árbol de damascos, tienen hojas cada $2/3$ de vuelta, el peral y el sauce llorón las tienen cada $3/8$ de vuelta.

Si nos fijamos bien todas las fracciones mencionadas están formadas con números de Fibonacci y la primera persona en descubrir intuitivamente esta relación entre la filotaxis y los números de Fibonacci fue Johannes Kepler.

¿Cómo saben las plantas que deben posicionar sus hojas en estos patrones? El botánico A. H. Church, en su libro publicado en 1904 "On the Relation of Phyllotaxis to Mechanical Laws". Fué el primero en destacar la importancia de este tipo de representación para la comprensión de la filotaxis. (7)

El crecimiento de las plantas se da en la punta del tallo. Las hojas avanzan en forma rotatoria aproximadamente con el mismo ángulo, alrededor de 137.5° . Lo interesante de este ángulo es la relación que tiene este número con phi. Por lo que se le conoce como "Ángulo Áureo" y es considerado el mejor de todos los ángulos posibles, porque es el más irracional de todos los números irracionales.

59



(Foto 6)

> <http://www.goldenratio.com.ar/>

> (7) Revista QUO / pag. 62-63

> Proporción Áurea / Mario Livio / pag. 123-129



(Foto 7)

La estrella de mar muestra en su diseño a un pentágulo, que es considerado como un símbolo de alto significado en donde está presente la proporción áurea.

Ejemplos presentes en la Naturaleza

Recordaremos que en el Libro del Ábaco, publicado en 1202 por Leonardo de Pisa, aparece por primera vez la secuencia de Números de Fibonacci, donde plantea el problema acerca de la procreación de los conejos, literalmente decía: “Una pareja de conejos tarda un mes en alcanzar la edad fértil. A partir de ese momento, cada vez engendra una pareja de conejos que, a su vez, tras ser fértiles, engendrarán cada mes una pareja de conejos. ¿Cuántos conejos habrá al cabo de un determinado número de meses? la secuencia puede ayudar a calcular casi perfectamente el número de pares de conejos.

Estudiosos aseguran que quizá Fibonacci no fue consciente del significado de esta secuencia de Números. Pero fue gracias a sus observaciones que surgió el interés por otras mentes de investigar la relación de esta sucesión en la naturaleza.

Hoy en día se conocen una gran cantidad de ejemplos de la Naturaleza en los que están presentes la sucesión de Fibonacci y la sección Áurea; dentro de este tema presentaremos algunos de lo más estudiados.

Abejas

Es curioso pero Phi esta presente en la relación de abejas macho y abejas hembra en un panal. Si se divide el número de hembras entre el número de machos de cualquier panal del mundo siempre se obtendra a Phi.

La estructura morfológica también se encuentra en Proporción Áurea, la medida del abdomen dividida por Phi es igual a la de su torax, y a su vez esta medida dividida por Phi es igual a la medida de su cabeza.



(Foto 8)

Caracoles



(Foto 9)

Los caracoles poseen una estructura única e increíblemente bella. La relación entre las espiras del interior del caracol, forman un espiral áurea. La concha del caracol es un ejemplo de la representación de Phi en la naturaleza, podemos observarlo no sólo el del Nautilus, (Foto 9) sino en cualquier otra especie de caracol. (Foto 10 y 11)

61



(Foto 10)



(Foto 11)

Girasol



(Foto 12)

Cuando se mira el centro de un girasol, aparecen espirales formadas por las semillas, unas que van a favor y otras en contra de las agujas del reloj. Las semillas crecen de esta manera para aprovechar al máximo el espacio disponible. El número de las espirales depende del tamaño del

girasol. Lo más común es encontrar 34 espirales en un sentido y 55 en el otro, pero se han encontrado y documentado casos con más espirales: 89/55, 144/89 e incluso 233/144. Todos estos números son, por supuesto, números de Fibonacci consecutivos.

Flores



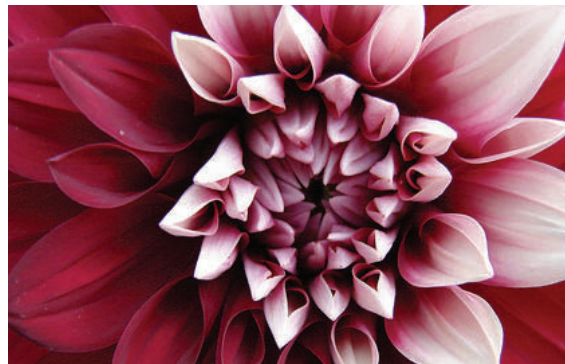
(Foto 13)



(Foto 15)



(Foto 14)



(Foto 16)

Existen muchas flores que también tienen conexiones con la Sección Áurea, ya sea por la cantidad de los pétalos que correspondan algún número presente en la serie de Fibonacci, a través de espirales Áureas o por la distribución

de los pétalos de algunas flores como la bella distribución simétrica de los pétalos de las rosas dispuestas así, gracias al Ángulo Áureo.



(Foto 17)

Además de en las flores, también se encuentra la secuencia de Fibonacci en algunas frutas y verduras, como en las espirales de una piña al igual que en el coliflor romano que está conformado por espirales áureas de una manera única.



(Foto 18)

Estudios comprueban que los brazos de los ciclones tropicales, como la de los huracanes, también forman espirales logarítmicas.

Galaxia



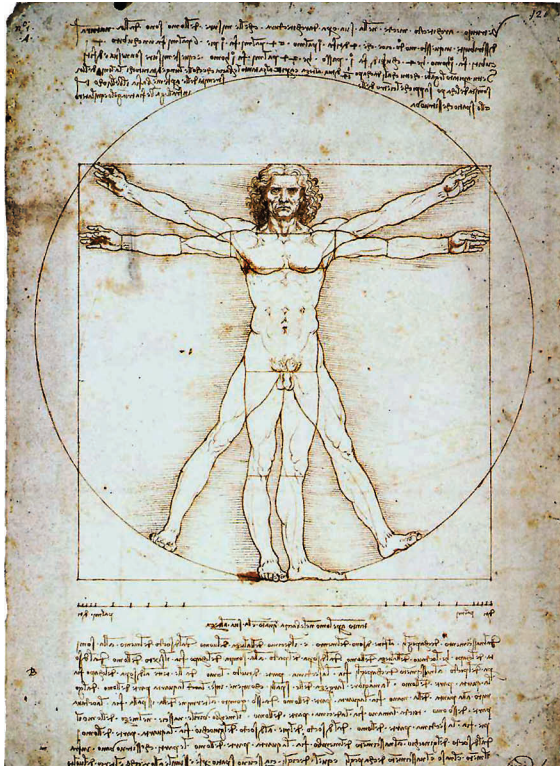
(Foto 19)

La espiral logarítmica también se presenta en aquellos sistemas que contienen cientos de billones de estrellas conocidos como las Galaxias. Observaciones llevadas a cabo por el Telescopio espacial Hubble revelaron que

existen, aproximadamente, cien billones de galaxias en nuestro universo observable, y las cuales la mayoría son galaxias espirales, incluyendo a la nuestra, la Vía Láctea.

Cuerpo Humano

Lo podemos observar claramente en el conocido hombre de Vitruvio, Leonardo da Vinci realiza una visión del hombre como centro del universo al quedar inscrito en un círculo y un cuadrado. Leonardo fué el primero en demostrar que el cuerpo humano está formado literalmente de bloques constructivos cuya razón es siempre igual a Phi.



(Foto 20)

El arquitecto romano, Marcus Vitrubio Pollio (circa 70- 25 a.C.), escribió:

“...en el cuerpo humano el punto central es, naturalmente, el ombligo. Ya que si se coloca un hombre estirado, con manos y pies extendidos, y un par de compases centrados en el ombligo, los dedos de manos y pies tocarán la circunferencia del círculo que describen desde el mismo. Además, del mismo modo que el cuerpo describe un diagrama circular, también se puede describir un cuadrado a partir del mismo. Ya que, al medir la distancia desde la planta de los pies hasta cabeza, y aplicando la medida obtenida a la de los brazos estirados, la anchura será igual a la altura, como en el caso de las figuras planas que son perfectamente cuadradas.”

Vitrubio, dice que la naturaleza distribuye las medidas del cuerpo humano de la siguiente manera: 4 dedos hacen 1 palma, y 4 palmas hacen 1 pie, 6 palmas hacen 1 codo, 4 codos hacen la altura del hombre, 4 codos hacen 1 paso, y que 24 palmas hacen un hombre; y estas medidas son las que él usaba en sus edificios.

Además de estas razones, existen otras aún más interesantes. La longitud de los brazos extendidos de un hombre es igual a su altura. Desde el nacimiento del pelo hasta la punta de la barbilla es la décima parte de la altura de un hombre; la anchura mayor de los hombros contiene en sí misma la cuarta parte de un hombre. Desde el codo

a la punta de la mano es la quinta parte del hombre, la mano completa es la décima parte del hombre y el pie es la séptima parte del hombre. Si medimos desde la planta del pie hasta debajo de la rodilla nos da la cuarta parte del hombre. La distancia desde la parte inferior de la barbilla a la nariz y desde el nacimiento del pelo a las cejas es, en cada caso, la misma, y como la oreja es una tercera parte del rostro.

Si esto parece interesante podemos comprobarlo nosotros mismos, si medimos la distancia entre la punta de los dedos del pie y la parte más alta de la cabeza, para luego dividirla entre la distancia que hay entre el ombligo y la punta de tus pies. Podemos estar seguros que el número que resulte será 1,618 o mejor conocido como Phi.

Podemos estar seguros que esto no es producto de la casualidad, si continuamos, podemos medir ahora la distancia entre el hombro y la punta de los dedos y dividirla por la distancia entre el codo y la punta de los dedos; y de nuevo obtendremos a Phi. Así podemos continuar dividiendo la relación entre la altura de la cadera y la altura de la rodilla, la relación entre las divisiones vertebrales y hasta en la relación entre las articulaciones de las manos y los pies.

Como podemos ver todos nosotros somos tributos andantes de la divina proporción.

> *La proporción Áurea / Mario Livio / pag. 151-152*

> *El código Da Vinci / Dan Brown / pag. 163*

> http://es.wikipedia.org/wiki/Número_áureo

> http://www.portalplanetasedna.com.ar/divina_proporcion.htm

2.4 Aplicación Práctica

En el siglo XIII Santo Tomás de Aquino formuló lo siguiente: “Los sentidos se deleitan en cosas debidamente proporcionadas”. (Matemáticas, Colección Científica de Time Life, 1971, México).

Se ha dicho que nosotros estamos sujetos a proporciones estéticamente bellas, no es una casualidad mencionar que la proporción más bella es sin duda la Proporción Áurea, y que nosotros somos especialmente sensibles a ella.

Para demostrarlo, el filósofo alemán Gustav Theodor Fechner en 1876, realizó un interesante estudio en el que utilizó rectángulos de distintas proporciones; utilizando esto como base para una encuesta que realizó a diferentes personas y a las que pidió que eligieran el rectángulo que les pareciera más estético. Al ganar el Rectángulo de Oro, con casi el 75% de las encuestas; se demostró la atracción inconsciente por una proporción armónica, determinada, muy placentera a la vista en la que está presente Phi.

Muchos investigadores no están de acuerdo con las conclusiones de Fechner a cerca de las encuestas de los rectángulos. Algunos creen que los resultados dependen de si el lado más largo del rectángulo es colocado horizontal o verticalmente, del tamaño y colores de los rectángulos, de la edad de los entrevistados, de sus diferencias culturales, y especialmente del método experimental utilizado.

El Psicólogo Michael Godkewitsch de la Universidad de Toronto, puso en duda la noción que consideraba el Rectángulo Áureo el más placentero de todos. Godkewitsch llegó a la conclusión de que *“La respuesta a la cuestión de si existe o no, en el mundo occidental, una preferencia estética expresable verbalmente para la proporción entre la longitud y la anchura de las formas rectangulares, probablemente sea negativa. La teoría Estética tiene pocas razones fundamentadas para poder afirmar que la Sección Áurea es un factor decisivo en la belleza visual formal”*

No sabemos con certeza si existe o no dicha atracción por este rectángulo considerado como el más placentero a la vista de todos, puede ser que la preferencia por el Rectángulo Áureo fué artificiosa debido a su posición en relación a la serie de rectángulos presentados, o podemos considerar la opción de que realmente si exista una atracción inconsciente por el Rectángulo Áureo.

En cuanto a esta interrogante, surge la inquietud de comprobar cual de las dos posturas es la correcta, y la mejor manera de lograrlo es realizando una encuesta similar a la que utilizó Fechner y analizar los resultados obtenidos, para demostrar si en realidad existe una atracción inconsciente por el rectángulo áureo y que en verdad nosotros nos encontramos sujetos a dicha proporción.

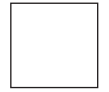
Encuesta

Edad: _____

Sexo: _____

Carrera: _____

Seleccione el Rectángulo que te parezca más estético en cuanto a sus proporciones.



Haz escuchado hablar de la "Sección Áurea" ?

Te gustaría conocer más acerca del tema? ¿Por qué?

El primer ejercicio de la encuesta nos muestra 16 rectángulos de diferentes medidas en el que solo uno de ellos se encuentra en Proporción Áurea.

El principal objetivo de realizar una encuesta es para comprobar si existe o no una atracción inconsciente por el rectángulo áureo, además de conocer la opinión de los encuestados acerca del tema.

Se mencionó anteriormente que existe cierta controversia con las conclusiones de Fechner acerca de la encuesta de los rectángulos. Algunos creen que los resultados varían por diferentes factores ya mencionados, como el color y tamaño de los rectángulos, la edad y sexo de los encuestados, entre otros. En base a esto surge la necesidad de crear una encuesta clara y precisa, con preguntas concretas que no den lugar a una falsa interpretación que pueda influir en la opinión de los encuestados y con esto obtener resultados confiables.

La primera parte de la encuesta, consiste en un ejercicio muy simple, en el que se pide seleccionar el rectángulo que se considere más estético. Se utilizaron 16 rectángulos de diferentes proporciones, acomodados de manera aleatoria. Dichos rectángulos muestran su contorno en color negro, dejando de lado el uso de color, para no provocar una preferencia intencionada por alguno de ellos.

En la segunda parte de la encuesta se plantean dos preguntas, las cuales nos permiten saber cuantos de los encuestados han oído hablar del tema, si les interesa conocer más acerca del mismo, y principalmente saber si

















existe una relación entre el ejercicio de los rectángulos y el conocimiento acerca del tema de la Proporción Áurea.

Se aplicaron 70 encuestas distribuidas en estudiantes de entre 20 y 30 años de edad de las carreras de Diseño Gráfico y Arquitectura de la Universidad Vasco de Quiroga y de la carrera de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

En un principio, se pensó en aplicar la encuesta solamente a estudiantes de Diseño Gráfico, ya que este proyecto de investigación se encuentra enfocado principalmente al diseño; sin embargo se consideró que era necesario aplicar la encuesta a estudiantes que tengan un perfil diferente; para tener un punto de comparación entre ellos, y obtener mejores resultados.

Se encuestaron a alumnos de arquitectura por ser una carrera que se encuentra relacionada de alguna manera con el diseño, y principalmente por ser los que más conocen acerca del tema de la proporción áurea, por lo que probablemente tengan una percepción muy diferente a la nuestra acerca del tema. Por último se encuestaron alumnos que tuvieran un perfil distinto a los anteriores, que probablemente no tengan un conocimiento previo del tema, pero por el contrario su principal interés se centra en el estudio de la Naturaleza, nos referimos a los estudiantes de la carrera de Biología.

Resultados

Rectángulo	Proporción	%
	.300	4.3%
	.429	1.4%
	.557	4.3%
	.686	1.4%
	.858	7.2%
	1.03	10%
	1.20	5.7%
	1.33	4.3%
	1.45	10%
	1.618	15.7%
	1.71	10%
	1.84	8.6%
	1.97	4.3%
	2.14	7.2%
	2.36	2.8%
	2.56	2.8%

La encuesta realizada fué muy sencilla, pero los resultados que se consiguieron fueron inesperados y nos muestran mucho más que una simple cifra.

Observaciones

Para comprender mejor los resultados de la encuesta, la dividiremos para su estudio en dos partes.

Para los resultados del primer ejercicio se realizó una sencilla gráfica que muestra los rectángulos en orden ascendente y a su lado la proporción que obtiene cada uno, destacando en color negro el rectángulo de 1.618, es decir el rectángulo áureo. Por último del lado derecho se muestra el porcentaje que obtiene cada uno, esto es el resultado general que corresponde a todas las encuestas aplicadas a las diferentes carreras.

Los resultados que se obtuvieron de la encuesta fueron realmente inesperados, si nos fijamos en la tabla de la página anterior, no solo ganó el Rectángulo Áureo con un 15.7%, sino que los rectángulos próximos a él también obtuvieron los porcentajes más altos con un 10% cada uno.

La segunda parte de la encuesta consiste en dos preguntas en las que se pedía respondieran “Si habían escuchado hablar de la Proporción Áurea, y si les gustaría conocer más acerca de ella”. A diferencia del primer ejercicio, en

esta segunda parte los resultados se clasificaron por carrera.

Diseño Gráfico

Los resultados que se obtuvieron de los alumnos de Diseño Gráfico fueron por decirlo de algún modo, los más neutros. El 62.5% afirman haber escuchado hablar de la Sección Áurea, aunque en su mayoría solo han escuchado el término y no conocen realmente de que trata. Por otra parte el 60% mostró un interés por conocer más acerca de la Sección Áurea, ya que lo consideraban un tema interesante del que les gustaría conocer más a fondo.

Arquitectura

La información que arroja las encuestas aplicadas en arquitectura son realmente interesantes por que el 100% afirma haber escuchado hablar y mejor aún conocer que es la Sección Áurea, y por lo tanto solo el 45% se mostró interesado por conocer del tema. Lo interesante de esta información es que aunque todos dicen conocer mucho del tema, no todos seleccionaron el Rectángulo Áureo o

alguno muy próximo a él, se pensaría que por conocer el tema de igual manera elegirían el Rectángulo Áureo, pero no fue así.

Biología

A diferencia de los resultados anteriores, en Biología tan solo el 5% menciona haber escuchado del tema, pero por el contrario el 80% se vieron interesados en conocer que es la Sección Áurea, ya que consideraban interesante el conocer acerca de temas distintos a los relacionados con su carrera, y esto sin saber realmente la estrecha relación que tiene el tema con el estudio de la Naturaleza.

La encuesta tuvo una buena aceptación por los alumnos, en la mayoría de los encuestados si manifestó cierta curiosidad por el tema, el 65.7% dice haber escuchado hablar del tema y al 58.5% les gustaría conocer más acerca del mismo.

Con los resultados que se obtuvieron del primer y segundo ejercicio podemos concluir que probablemente si existe cierta atracción inconsciente por el rectángulo Áureo, los resultados de la encuesta colocan al Rectángulo Áureo como el más estético en cuanto a sus proporciones, y esto sin importar si se conoce mucho o poco del tema, o incluso si nunca se había escuchado hablar del mismo.

Si bien es cierto que el Rectángulo Áureo es considerado como el más estético y agradable para la vista, probablemente sean unas de las razones por las cuales la Proporción Áurea se ha utilizado desde la antigüedad hasta el día de hoy, y se hace ver presente en varios ejemplos como los que se analizarán a continuación



CAPÍTULO 3



Phi en la Actualidad

Reconocer que existe algo como la Divina Proporción, que nos trasciende e interactúa todos los días con nosotros, puede reforzar el hecho de que no todo en la vida se reduce a los cinco sentidos.

No es necesario ser expertos en números para empezar a sentir curiosidad y cierta admiración por la Divina Proporción y verla aparecer en diversas situaciones y fenómenos que en apariencia están totalmente inconexos.

La Divina Proporción o Proporción Áurea puede encontrarse no solo en fenómenos naturales sino también en una gran variedad de objetos realizados por el hombre, desde aquellos que son de uso cotidiano, hasta un edificio o una obra de arte. Aunque pueda llegar a parecer extraño, la divina proporción también la encontramos en la literatura y en la música.

A continuación analizaremos algunos de estos ejemplos presentes en el Diseño, el Arte y la Arquitectura, para comprender mejor como es que *Phi* se hace presente en el mundo que nos rodea.

3.1 Phi en el Arte

Botticelli, "La Venus"

78



(Foto 21)

La proporción Áurea esta presente en la misma Venus, en relación a su altura, como lo vemos en el ejemplo. Además las dimensiones del cuadro corresponden a un rectángulo áureo. Esta razón también la usaron en sus producciones otros artistas del Renacimiento.

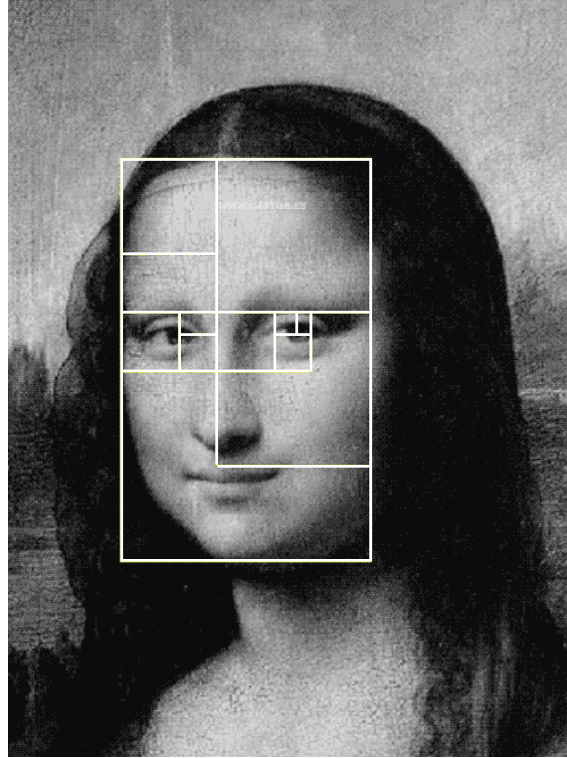
Georges Seurat, "La Parade"



(Foto 22)

La Parade, es una pintura del puntillista francés Georges Seurat, contiene numerosos ejemplos de proporciones Doradas. Un Rectángulo Dorado casi perfecto se halla comprendido entre los puntos A, B, C y D. Las Secciones Doradas se encuentran entre GF y FA, FE y EA, GH y HI. Según un experto, Seurat también utilizó la Sección Dorada en otras obras.

Leonardo Da Vinci
"La Mona Lisa"



(Foto 23)

En el cuadro de la Mona Lisa o también conocida como la Gioconda Leonardo Da Vinci utilizó rectángulos áureos para plasmar el rostro de Mona Lisa.

Leonardo Da Vinci
"San Jeronimo"



(Foto 24)

San Jerónimo, un lienzo inacabado de Leonardo da Vinci en 1483, muestra un Rectángulo Dorado encaja perfectamente en San Jerónimo que algunos expertos creen que Leonardo intencionadamente pintó la figura para que encajara en aquellas proporciones.

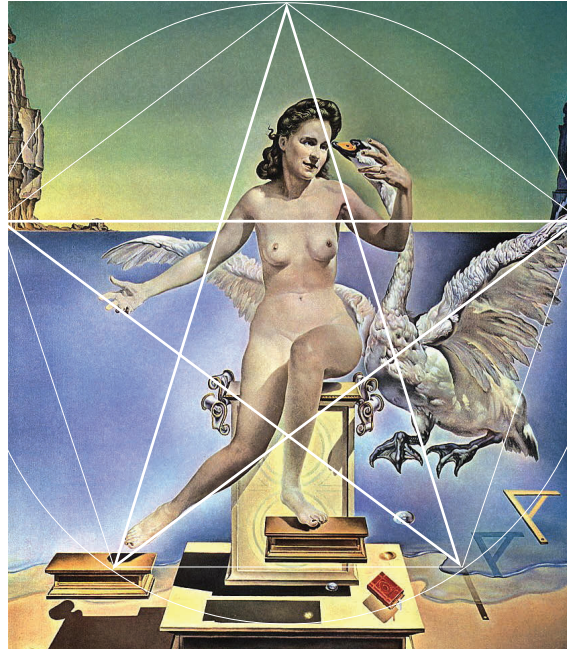
Salvador Dalí "Sacramento de la Última Cena"



(Foto 25)

Esta pintura se encuentra exhibida en el "National Gallery, Washington D.C. Las dimensiones del cuadro son aproximadamente 105 1/2" x 65 3/4", las cuales están en Proporción Áurea entre sí. Más importante aún es la presencia de un dodecaedro que flota sobre la mesa, y este sólido en especial está íntimamente relacionado con la Proporción Áurea. Su afirmación de que "La comunión debe de ser Simétrica" probablemente sea la respuesta de por que decidió utilizar la proporción Áurea de una manera tan prominente en su pintura.

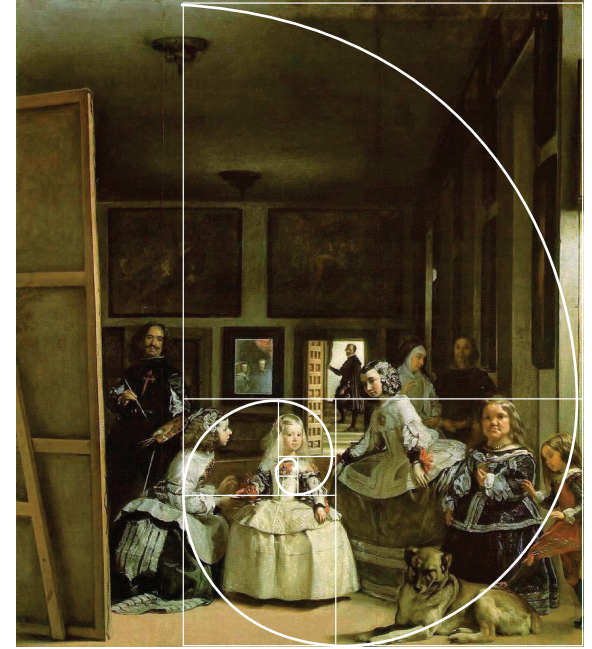
Salvador Dalí
"Leda Atómica"



(Foto 26)

Este cuadro de Dalí, sintetiza siglos de tradición matemática y simbólica, especialmente pitagórica. Se trata de una filigrana basada en la proporción áurea, pero elaborada de tal forma que no es evidente para el espectador.

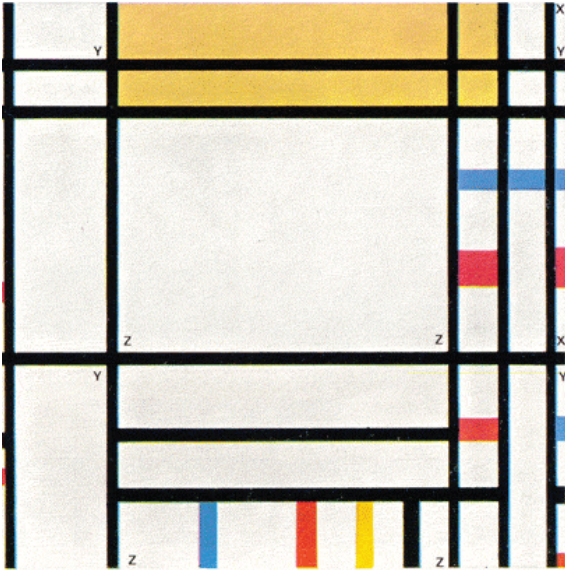
Velázquez,
"Las Meninas"



(Foto 27)

Las Meninas de Velázquez es un cuadro más difícil de analizar que los demás, ya que este en especial se encuentra inundado de Proporciones Áureas. Destacando una espiral áurea que nace en el centro del pecho de la infanta Margarita de Austria.

Piet Mondrian



(Foto 28)

Plaza de la Concordia, una abstracción lineal de Piet Mondrian incorpora Rectángulos Dorados sobrepuestos. Tres de ellos pueden verse fácilmente, uno de ellos indicado en cada uno de sus vértices por la letra X, otro por la Y y el tercero por la Z. Probablemente pasan inadvertidos, ya que el propio Mondrian era impreciso en lo que se refiere al diseño de sus cuadros, pero expertos consideran que Mondrian utilizaba la Proporción Áurea en la mayoría de sus cuadros.

Partenón griego



(Foto 31)

En Grecia, encontramos una de las siete maravillas del arte antiguo, “El Partenón” diseñado por el arquitecto Fidias quien se piensa utilizó “la Divina Proporción” en la construcción de esta imponente obra de arte. Podemos ver cómo los planos del Partenón están diseñados en base a ésta forma de espiral “áurea” y todo ésta en proporción de 8 a 5, como lo está el rectángulo áureo; no sólo la fachada, también el interior e incluso la ornamentación.

La Gran Pirámide de Giza

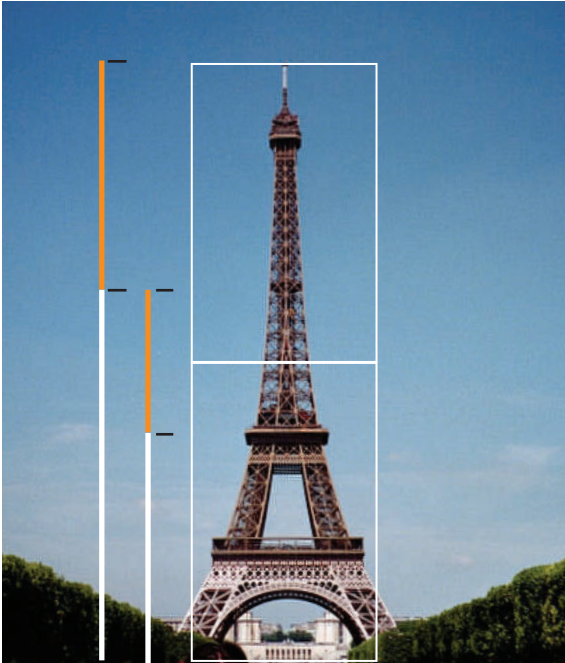


(Foto 32)

Pocas estructuras arqueológicas han generado tanta controversia como la Gran Pirámide. El editor inglés John Taylor, en su obra aparecida en 1859 "The Great Pyramid: Why Was It Built and Who Built It?" muestra su interés por la Gran Pirámide, llegando a la conclusión de que la pirámide contenía dimensiones inspiradas en realidades matemáticas, y que la construcción fué por intervención divina. Donde el cociente entre la altura de uno de los tres

triángulos que forman la pirámide y el lado es 2Φ . Según el autor francés Midhat J. Gazalé en su obra "*Gnomon: From Pharaohs to Fractals*" «Se dice que Herodoto, el historiador griego, aprendió de los sacerdotes egipcios que la altura al cuadrado de la Gran Pirámide era igual al área de sus lados triangulares», si esto es cierto, lo que quiso decir es que realmente esta presente la Proporción Áurea en la Gran Pirámide.

La Torre Eiffel

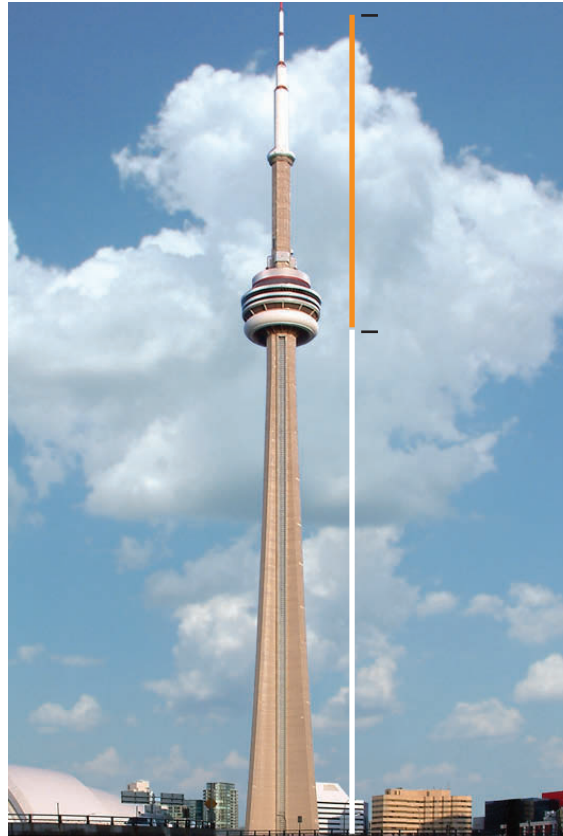


(Foto 33)

La Torre Eiffel en Francia, es otro ejemplo claro que guarda las proporciones de Phi, donde los ejes de sus cuatro pilares forman un cuadrado de 100 metros, que sería el lado pequeño de un rectángulo áureo. Si colocamos dos rectángulos nos da la altura que es de 323,61 metros.

También se encuentra en las diferentes partes de la torre, como lo muestra en la fotografía.

La Torre CN en Toronto

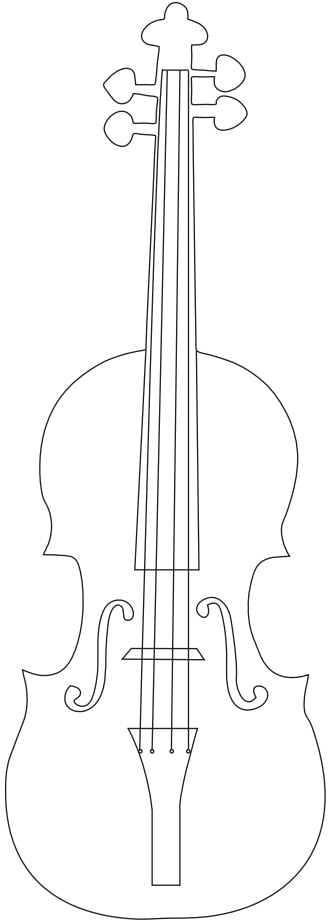


(Foto 34)

CN una de las torres más altas del mundo, cuenta con la Proporción Áurea en el Diseño. La medida hasta la sección de observación es de 342 metros y el total de la torre es de 553.33 metros, obteniendo 0.618 el recíproco de Phi.

3.3 Phi en el Diseño

88



Violín Stradivarius

En especial este tipo de violines stradivarius cuentan con un diseño especial, basados en las proporciones áureas, como en la ubicación de las efes (los “oídos”, u orificios en la tapa) están relacionados con el número áureo.

Negativos 35 mm

En la película fotográficas de 35 mm encontramos un ejemplo de rectángulo áureo en las proporciones de los negativos, y podemos decir entonces que las fotografías estándar de 4x también están basadas en la Proporción Áurea.

(Foto 35 - 38)



Tarjetas de Crédito

El tamaño estándar de las tarjetas de crédito es de 54 mm por 86 mm, si dividimos estas dos medidas nos da el resultado de 0.628, una pequeña diferencia milimétrica sobre la perfecta sección dorada de 0.618.

Ipod

Los productos Apple siempre se ha distinguido por su cuidado diseño y calidad tanto en sus ordenadores como en el sistema operativo.

Lo que no es tan obvio es que sus grandes diseños parecen cumplir la mágica proporción del número Áureo en la mayoría de sus productos como el reproductor de mp3 de apple "ipod", es un aparato de alta tecnología, que además de contar con un diseño estético, contiene a Phi en sus medidas.



(Foto 39)



(Foto 40)



(Foto 41 - 44)

Además de estos ejemplos existen otros más de uso cotidiano, que muchas veces ignoramos el hecho de que Phi también se encuentra presente en ellos, por mencionar algunos ejemplos:

- Las cajas de cerillos y en algunas cajetillas de Cigarros.
- Algunas credenciales como ID
- En la mayoría de las Banderas
- En ventanales y camas
- Paquetes de Tetra Pak.
- Las Portadas de muchos libros y en los formatos de papel A4



CAPÍTULO 4



Aportaciones

La sección dorada de nuestros sueños es la perfección anhelada por los grandes diseñadores que, tratando de igualar a Dios; imitan en forma la proporción del entorno sin comprenderlo del todo (1)

A lo largo del tiempo el hombre ha buscado una forma de crear cosas perfectas y con esto una manera de imitar los modelos presentes en la Naturaleza, ya que para muchos ha sido una fuente constante de inspiración, ha servido como un modelo de perfección en la que algunos diseñadores, ingenieros y arquitectos desarrollan su obra inspirándose a partir de las formas naturales.

Por mencionar un ejemplo recordaremos como para Gaudí, el deseo de ser original le llevó a su teoría de, “*ser original es volver al origen.*” Gaudí quería imitar la naturaleza, y pensaba en ella como su fuente de inspiración en donde

sus formas parecen crecer de la tierra y sus estructuras siguen las leyes y ritmos de la naturaleza. En su mundo, el interés en crear algo orgánico y único le llevó a insistir como modelo para la arquitectura. Los mejores ejemplos de sus obras son la Sagrada Familia y el Parque Güel.

Por otro lado también existe una disciplina científica que imita a la Naturaleza, tanto en su forma como en sus procesos, nos referimos a la Biomimética, que según David Kirkland, lo define como “*El estudio y entendimiento de la naturaleza y como transferirlo o aplicarlo en la industria.*” (2)

> (1) <http://laseccionaurea.blogspot.com/>

> (2) <http://dearquitectura.emuseo.org/?p=44>

Algunos de los inventos de la biomimética es el uso del velcro, los aviones que copian el aleteo de las aves, y hasta los robots marinos fueron creados en base a la observación. La naturaleza y los humanos han empleado soluciones similares para problemas parecidos, y observarla nos ayuda a entender mejor que hacer y cómo dar solución a un problema.

Con esto sabemos como la naturaleza ha sido motivo de inspiración para los humanos desde tiempos inmemoriales, pero que podemos decir del diseñador, ¿Es posible que el trabajo de diseño también imite las formas de la Naturaleza? Cuando hablamos de “imitar” nos referimos a observar los procesos, y pensar en alternativas que estén a nuestro alcance, ya que se trata de obtener ideas más que solo limitarnos a copiarla.

Ahora que ya conocemos algunas de las reglas que rigen a la Naturaleza, dentro de este capítulo veremos como podemos aplicarlas en nuestras composiciones gráficas, si bien es cierto no había nada que indicase en que proporción debían estar las cosas, pero ahora sabemos que existe una fórmula presente en las formas naturales, conocida como **“La Proporción Áurea”**, *que nos permite dividir el espacio en partes proporcionadas, para crear un diseño equilibrado, con un efecto estético agradable y que puede llegar a ser muy eficaz.*

4.1 Aportaciones al Diseño

Las aportaciones al diseño del proyecto no hacen referencia a propuestas gráficas como tal, sino a una propuesta de diseño que sirva como una guía de consulta para el diseñador; basada en la Proporción Áurea.

¿Cómo podemos aplicar la Proporción Áurea en nuestras composiciones? Puede parecer un poco complicado, pero no es necesario ser expertos en el tema para poder aplicarlo; puede estar en cualquier diseño que se realice.

La función de utilizar la Sección Áurea en nuestras composiciones, va mas alla de sólo ser un soporte bien proporcionado. Se puede utilizar para:

- Definir el formato de fotografías e ilustraciones, en incluso para la distribución de los elementos dentro de las mismas.
- La creación de un logotipo, definiendo sus proporciones en Sección Áurea.
- Diseñar lo que queramos ya sea un cartel, una revista e incluso para presentaciones y paginas web.

Las composiciones donde se utiliza la Razón Áurea no tienen por que ser estáticas y aburridas, si retomamos los ejemplos de phi en la actualidad presentados en el capítulo 3, veremos como el uso de la Proporción Áurea no solo se hace presente en el tamaño del soporte de algunas obras de arte, sino también en la distribución de elementos, en la delimitación de figuras y rostros, en las alturas y proporciones de edificios, entre otros.

Recomendaciones

Dimensionar un diseño

Para crear un soporte o delimitar un área específica de nuestro diseño en Proporción Áurea la manera más práctica es a través de Rectángulos Áureos, y si se requiere se puede utilizar más de un rectángulo dentro de un mismo diseño.

Existe una manera práctica de crear Rectángulos Áureos con medidas específicas. Si tomamos como base el lado mayor del rectángulo el cual queremos que tenga una medida específica, de por ejemplo 30 cm, solo necesitamos dividirlo entre 1.618 para calcular el lado menor en Proporción Áurea o si lo que se quiere es calcular el lado mayor, entonces debe dividirse entre 0.618.

También podemos obtener el mismo resultado si en lugar de dividir lo multiplicamos por 0.618 para obtener las dimensiones del lado menor, y por 1.618 para el lado mayor. No importa de que forma se realice, en ambos casos obtenemos un Rectángulo Áureo.

$$\begin{array}{ll} 30 / 1.618 = 18.54 & 30 * 0.618 = 18.54 \\ 18.54 / 0.618 = 30 & 18.54 * 1.618 = 30 \end{array}$$

Existen Rectángulos Áureos ya establecidos, los más usados corresponden a las siguientes medidas:

$$\begin{array}{lll} 13 / 8 & 21 / 13 & 34 / 21 \\ 55 / 34 & 89 / 55 & 144 / 89 \\ 233 / 144 & 377 / 233 & 610 / 377 \end{array}$$

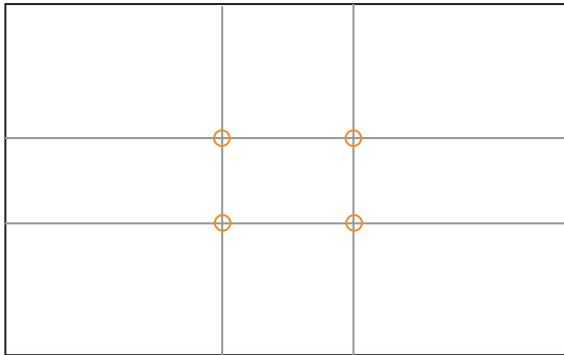
Distribución de los elementos

Si además de crear el soporte, se desea obtener una buena distribución de los elementos de la composición en proporción, procederemos por dividir los lados del soporte mediante la razón Áurea.

El esquema más simple de división Áurea lo dan cuatro líneas divisorias: dos verticales y dos horizontales, pueden trazarse las cuatro líneas áureas principales, determinando los nervios de fuerza y significación de la composición, y que pueden emplearse como referencia para la ubicación de elementos o partes de elementos de nuestro diseño.

Cada una de las líneas divide el ancho o el alto empezando por un extremo o por el otro. Trazándolas todas, cada magnitud se divide en tres zonas. Una zona lateral es Sección Áurea del resto, y la zona central es Sección Áurea de cualquiera de las laterales.

Las líneas tanto horizontales como verticales marcarían zonas de interés y los puntos donde se cruzan serían los puntos de máximo interés. Si un elemento principal se ubica en una de las líneas de fuerza verticales, reclamará mayor atención que si se ubica en cualquier otro lugar.



Ejemplo 1

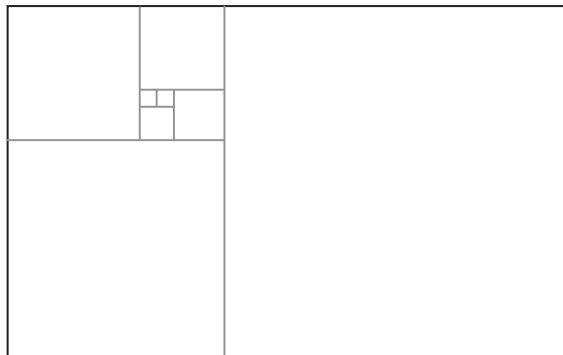
Es posible subdividir selectivamente las áreas de nuestro interés, y componerlas de acuerdo a espirales Áureas, líneas o rectángulos Áureos, o incluso una combinación de todos ellos. Cada segmento puede ser subdividido tantas veces como precisemos para encajar el diseño.

Además las líneas de fuerza, y en particular las espirales, pueden aprovecharse total o parcialmente para sugerir movimiento o dirección, por ejemplo, si contamos con elementos tales como líneas, hojas, aves, el curso de un río u olas del mar dentro de la composición, se pueden disponer de tal forma que insinúen los contornos de la espiral Áurea.

Aplicación

Para completar este proyecto, a demás de lograr entender toda la información tratada a lo largo de la investigación se pensó en llevar a la práctica estos conocimientos y crear una propuesta de diseño en la que estuviera presente la proporción áurea.

Que mejor que aplicar la sección áurea a este mismo documento, el cual ha sido creado en base a un rectángulo áureo perfecto cuyas medidas son de 27.84 por 17.2 cm, si los dividimos obtenemos a 1.618 y 0.617 a la inversa, los dos corresponden a números en donde esta presente Phi.

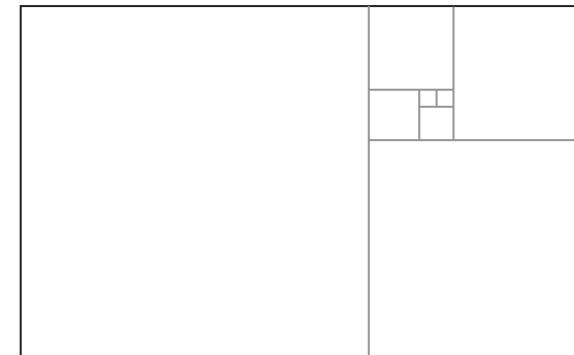


Al subdividir el rectángulo de la siguiente manera, se pueden obtener nuevos rectángulos áureos donde a su vez la división de estas secciones nos sirven para delimitar el espacio de trabajo y para ubicar la información dentro del mismo.

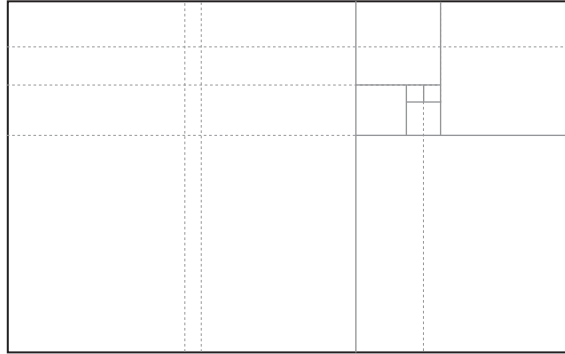
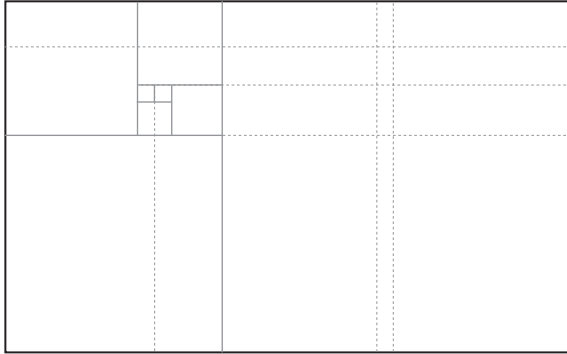
Ejemplo 1: *Página Izquierda / Página Derecha*

La división del formato en varios rectángulos áureos es la base para la creación de una retícula, que servirá como guía para la distribución adecuada de la información e imágenes y con esto lograr una buena composición.

Ejemplo 2-3: *Página Izquierda / Página Derecha*



Ejemplo 1



Ejemplo 2

Capítulo 2 / Story en la Naturaleza

Filotaxis

Relación entre los Números de Fibonacci y las plantas y animales.

Filotaxis: palabra acuñada por el naturalista suizo Charles Bonnet (1705-1785).

“Al estudio de la organización que tienen los hojas y pétalos de las plantas se le conoce como Filotaxis; esta rama de la botánica ha encontrado que los números de Fibonacci se encuentran presentes a la hora de tratar de explicar la orden natural.”

“A esta disposición que presentan las hojas a lo largo de un tallo de una planta o las ramas a lo largo de un tronco, tienden a estar en posiciones que siguen una sucesión al sol, luna o aire.”

“La disposición que presentan es característica de cada especie y tiene la función de que las hojas estén expuestas con el máximo de intersección posible, por lo que las hojas no crecen directamente una sobre la otra, ya que esto impediría a las hojas que están más abajo a obtener la humedad y la luz que necesitan.”

Dependiendo la ubicación de las hojas se clasifican en:

Opuestas: Se desarrolla así a las hojas que se encuentran situadas una en frente de otra en el mismo nivel del tallo.

Decusadas: Cada verticilo con respecto al anterior está girado 90°. Forman una cruz, lo que se ve cuando se ven desde arriba.

Verticiladas: Cuando se disponen alrededor una hoja.

Verdicales: Cuando de un verticilo salen tres o más hojas.

Resaca: Cuando nacen al nivel del suelo, el conjunto presenta forma de estrella.

“La organización que tienen las plantas no solamente dependen de su disposición, sino del número de hojas con las que cuenta cada especie. Si se analiza la sucesión ‘Filar de plantas’, si se cuentan los pétalos de distintas flores, muchas tienen 3, 5, 8, 11, 21, 34, 55... y recordamos que estos números están presentes en la ‘sucesión de Fibonacci’. La misma sucede si se analizan los caparzones de caracoles y moluscos, donde se muestran espirales azules, que podemos observar más claramente en la concha del nautilus.”



(Foto 4)



(Foto 5)

El hecho de que las hojas de las plantas siguen ciertos patrones ha observado en la antigüedad donde el estudio de la Filotaxis no fue más allá de observar sucesiones cuadradas; fue hasta el siglo XIX, que Leonardo da Vinci (1452-1519) agregó un elemento cuantitativo a la descripción de la distribución de las hojas al notar que las hojas estaban distribuidas en patrones con forma de espiral, en todos los a 5 que corresponde a un ángulo de 2/3 de vuelta.

Por ejemplo, el álamo tiene hojas opuestas y corresponde a 1/2 de vuelta alrededor del tallo. En otras plantas, como el jacaranda, zarzamora y higo, el paso de una hoja a otra necesita un tercio de vuelta que corresponde a 1/3. En el manzano, robbe y árbol de damascos, tienen hojas casi 2/3 de vuelta y el pino y el sauce forman las hojas casi 3/8 de vuelta.

Si nos fijamos bien todas las fracciones mencionadas están formadas con números de Fibonacci y la primera persona, en descubrir intuitivamente esta relación entre la Filotaxis, y los números de Fibonacci fue Johannes Kepler.

¿Cómo saben las plantas que deben posicionarse sus hojas en esta sucesión? El botánico A. H. Church, en su libro publicado en 1904 ‘On the Relation of Phytotaxis to Mechanical Laws’. Fue el primero en destacar la importancia de este tipo de representación para la comprensión de la Filotaxis.

El hecho de que la planta de la rosa en su punto del tallo, las hojas avanzan en forma rotatoria aproximadamente con el mismo ángulo, alrededor de 137.5° lo interesante de este ángulo es lo extraño que tiene este número exacto. De hecho que se le conoce como ‘Ángulo Aureo’ y es considerado el mejor de todos los ángulos posibles, porque es el más irracional de todos los números irracionales.



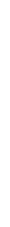
(Foto 6)

→ <http://www.johanneskepler.it/>
© 2010, Rosetta 2007, pag. 80-81
→ Phytotaxis: Kepler, Nueva Librería, pag. 133-139

Ejemplo 3



BIBLIOGRAFÍAS



Referencias Bibliográficas

Libros

- > Fundamentos del diseño / wucius Wong / Ed. Gustavo Gili / Mexico 1995
- > Fundamentos del diseño / Guillam Scott / Ed.
- > Principios universales de diseño / W. Lidwell / Ed. Blume / Barcelona 2005
- > Diseñar con y sin Retícula / Timothy Samara / Ed. Gustavo Gili / 2004
- > Fundamentos de la teoría del color / Harald Koppers / Ed. Gustavo Gili S.A / Barcelona
- > La sintaxis de la Imagen / D.A. Dondis / Ed. Gustavo Gili / Barcelona
- > Tipo y color / Michel Beumont / Herman Blime
- > Psicología del Color / Eva heller / Ed. Gustavo Gili / Barcelona 2004
- > La proporción Áurea / Mario Livio / Ed. Ariel / España 2006
- > El código Da Vinci / Dan Brown / Ed. Umbriel / Barcelona 2003
- > D´Arcy Thompson / Sobre el Crecimiento y la Forma / Ed. Blume / Madrid 1980
- > Arte y percepción Visual / Rudolf Arnheim / Ed. Alianza Forma / 2005
- > Diseño y Comunicación Visual / Bruno Munari / Ed. Gustavo Gili / Barcelona 1985
- > Grafismo Fundamental” y “Color Harmony for the Web” de Cailin Boyle

Referencias Bibliográficas

Artículos y Revistas

-> Revista QUO / pag. 62-63

-> Composición y ubicación de los elementos de diseño / Milko A. García Torres. Estos contenidos pertenecen al “Curso práctico de diseño gráfico “. Ediciones Génesis S.A., Madrid

http://www.imageandart.com/tutoriales/teoria/composicion_ubicacion/index2.htm

Páginas de Internet

-> <http://www.mailmail.com/curso/informatica/diseño/capitulo26.htm>

-> http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/152/htm/sec_12.htm

-> <http://www.artedinamico.com/articulo/218/10>

-> <http://www.goldenratio.com.ar/>

-> http://es.wikipedia.org/wiki/Número_áureo

-> http://www.portalplanetasedna.com.ar/divina_proporcion.htm

-> http://www.castor.es/numero_phi.html

-> <http://laseccionaurea.blogspot.com/>

-> <http://dearquitectura.emuseo.org/?p=44>

Referencias Fotográficas

- > Foto 1 / Simetría / <http://www.jggweb.com/wp-mobile.php?p=218&more=1>
- > Foto 2 / Simetría / http://www.butterflyutopia.com/butterfly_coloring_page.html
- > Foto 3 / Simetría / http://www.butterflyutopia.com/butterfly_coloring_page.html
- > Foto 4 / Filotaxis / <http://spiral.gallery.sytes.org>
- > Foto 5 / Filotaxis / <http://spiral.gallery.sytes.org>
- > Foto 6 / Filotaxis / <http://spiral.gallery.sytes.org>
- > Foto 7 / Ejemplos en la Naturaleza / Fotografía de Estefanía Zavala de la Torre
- > Foto 8 / Ejemplos en la Naturaleza / <http://pdphoto.org/PictureDetail.php?mat=pdef&pg=8202>
- > Foto 9 / Ejemplos en la Naturaleza / <http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:NautilusCutawayLogarithmicSpiral.jpg>
- > Foto 10 / Ejemplos en la Naturaleza / <http://spiral.gallery.sytes.org>
- > Foto 11 / Ejemplos en la Naturaleza / <http://snail.gallery.sytes.org>
- > Foto 12 / Ejemplos en la Naturaleza / <http://www.pondproductions.com/arGallery/source/sunflower.html>
- > Foto 13 / Ejemplos en la Naturaleza / <http://spiral.gallery.sytes.org>
- > Foto 14 / Ejemplos en la Naturaleza / <http://www.intangibility.com/inw/Wildflowers/Larkspur.html>
- > Foto 15 / Ejemplos en la Naturaleza / <http://flowers.gallery.sytes.org>
- > Foto 16 / Ejemplos en la Naturaleza / <http://flowers.gallery.sytes.org>
- > Foto 17 / Ejemplos en la Naturaleza / <http://fractal.gallery.sytes.org>
- > Foto 18 / Ejemplos en la Naturaleza / http://visibleearth.nasa.gov/view_rec.php?id=6204
- > Foto 19 / Ejemplos en la Naturaleza / http://www.nasa.gov/images/content/54346main_m81_highres.jpg
- > Foto 20 / Ejemplos en la Naturaleza / <http://gallery.euroweb.hu/html/l/leonardo/10anatom/1vitruviu.html>

Referencias Fotográficas

- > Foto 21 / Phi en el Arte / <http://www.retroklang.com/?m=200510>
- > Foto 22 / Phi en el Arte / <http://cgfa.sunsite.dk/seurat/p-seurat9.htm>
- > Foto 23 / Phi en el Arte / http://www.castor.es/rectangulos_aureos_gioconda.html
- > Foto 24 / Phi en el Arte / <http://www.tepatoken.com/html/artes/jeronimo.htm>
- > Foto 25 / Phi en el Arte / http://www2.polito.it/didattica/polymath/htmlS/argomento/APPUNTI/TESTI/Mag_02/Cap7.html
- > Foto 26 / Phi en el Arte / <http://www.beloit.edu/~classics/main/courses/classics150/museum150/zeus/image6.htm>
- > Foto 27 / Phi en el Arte / <http://www.dialogica.com.ar/unr/epicom/archives/velasquez-1656-las-meninas.jpg>
- > Foto 28 / Phi en el Arte / <http://fisicarecreativa.net/matematicalife/capitulo04.html>
- > Foto 29 / Phi en la Arquitectura / <http://mypage.bluewin.ch/vifs/Vifs8/Index8.htm>
- > Foto 30 / Phi en la Arquitectura / <http://www.arqhys.com/contenidos/catedral-notre-dame.html>
- > Foto 31 / Phi en la Arquitectura / http://es.wikipedia.org/wiki/Sección_áurea
- > Foto 32 / Phi en la Arquitectura / <http://www.new7wonders.com/index.php?id=303>
- > Foto 33 / Phi en la Arquitectura / <http://www.new7wonders.com/index.php?id=303>
- > Foto 34 / Phi en la Arquitectura / <http://www.answers.com/topic/toronto-s-cn-tower-jpg>
- > Foto 35 / Phi en el Diseño / Fotografía de Estefanía Zavala de la Torre
- > Foto 36 / Phi en el Diseño / Fotografía de Estefanía Zavala de la Torre
- > Foto 37 / Phi en el Diseño / <http://spiral.gallery.sytes.org>
- > Foto 38 / Phi en el Diseño / Fotografía de Estefanía Zavala de la Torre
- > Foto 39 / Phi en el Diseño / Fotografía de Estefanía Zavala de la Torre
- > Foto 40 / Phi en el Diseño / <http://www.apple.com/ipod>
- > Foto 41 / Phi en el Diseño / <http://spiral.gallery.sytes.org>
- > Foto 42 / Phi en el Diseño / <http://spiral.gallery.sytes.org>
- > Foto 43 / Phi en el Diseño / Fotografía de Estefanía Zavala de la Torre
- > Foto 44 / Phi en el Diseño / <http://spiral.gallery.sytes.org>

Anexo

Mario Livio es director del instituto que gestiona el telescopio Hubble. Sus campos de interés abarcan desde los agujeros negros a la formación de planetas. Además es un fanático del arte y ha publicado libros acerca de la intersección entre arte y ciencia.

Eduard Punset: Mario, voy a decirle algo a los teleespectadores.

Mario Livio: ¡Por supuesto!

Eduard Punset: . . . No estoy muy seguro de que vayan a creerme. A saber qué dirán si les sugiero que si trazo una línea como ésta... tal y como hizo el inventor de la geometría hace más de 2000 años... y creo aquí una proporción, bueno, ¿qué dirán si les digo que con esta línea trazada hace más de 2000 años... .

Mario Livio: Sí

Eduard Punset: . . . surge una proporción que luego encontrarán en las galaxias... .

Mario Livio: Sí

Eduard Punset: . . . En los pétalos de las rosas, en los cuadros...? E incluso en las pirámides, parece ser, aunque tal vez eso no sea cierto.

Mario Livio: Es sorprendente, ¿verdad?

Eduard Punset: ¡Increíble!

Mario Livio: Sí. Por este motivo, mis editores, cuando escribí el libro, hablaron de: “el número más asombroso del mundo”. Es decir, resulta increíble que a partir de algo tan simple como lo que has demostrado que hizo Euclides en el año 300 a. C., se descubriera un número que luego aparece en las plantas, en las galaxias, en la bolsa... pero eso fue lo que pasó.

Eduard Punset: Cuál es el posible origen de esta proporción? ¿Era algo que estaba en la naturaleza, en las leyes físicas, o se inventó?

Mario Livio: Creo que todo empezó porque... con las cosas que tienen que ver con la simetría pentámera, ¿sabes? Como la estrella de cinco puntas, por ejemplo, también llamada pentagrama...

Eduard Punset: Pentagrama

Mario Livio: Sí. Si miras a este tipo de estrella, a todos nos gusta. La bandera de EEUU tiene 50 estrellas de este tipo... Y bueno... a todos los discípulos de Pitágoras les gustaba mucho esta estrella, porque les gustaba mucho el número cinco. El cinco era el número del amor, del matrimonio, etcétera... y utilizaban dicha estrella como símbolo de su hermandad. Pues bien, en una estrella de este tipo, si miramos... bueno, si tomamos uno de los triángulos, y consideramos la proporción de la longitud del lado del triángulo...

Eduard Punset: Sí

Mario Livio: ...hasta la base del triángulo, eso es exactamente la proporción o sección áurea. Y Cada vez que miramos un pentágono, por ejemplo, si tomamos un pentágono y trazamos una diagonal en dicho pentágono...

Eduard Punset: Sí

Mario Livio: ...la proporción de la diagonal al lado del pentágono es la proporción áurea.

Eduard Punset: 1,61...

Mario Livio: ...18, sí. 1,618, sí, éste es el número de oro, la proporción áurea. Los propios griegos, para poder dibujar un pentágono o una estrella de cinco puntas tuvieron que definir esta proporción áurea, y por ello Euclides lo definió con tanta precisión, con esta línea que dividió en dos partes.

Eduard Punset: Hay una idea sorprendente, que es la serie de Fibonacci. Que es 1, 1, 2, 3, 5, 8... bueno, como sea, añadiendo los últimos dos se consigue siempre...

Mario Livio: El siguiente.

Eduard Punset: ¡Y esto es fantástico! ¡Es increíble! Has explicado la historia de cómo intentó explicar y cómo llegó a la serie, observando conejos y... ¿por qué no nos lo cuentas?

Mario Livio: Pues bien, Fibonacci vivió en el s. XIII, fue una persona muy interesante. Posiblemente el principal matemático de su época en Europa. Cabe recordar que, por aquel entonces, en Europa se utilizaban todavía los números romanos.

Eduard Punset: Cierto...

Mario Livio: Aunque los hindúes y los árabes ya utilizaban los números indo-arábigos. Y de hecho adoptó como misión introducir los números indo-arábigos en Europa, porque calcular con números romanos no era una tarea sencilla. Y escribió un libro llamado Liber Abaci en el que solucionaba muchos problemas; uno de ellos es el problema sobre los

conejos que mencionas: que si encierras una pareja de conejos al cabo de un mes tendrán un conejo que a partir del mes siguiente también tendrá nuevas crías de conejo cada mes, y quería saber cuántos conejos había al año, por decirlo así. Y así se obtiene la secuencia de 1, 1, 2, 3, 5, etc. En la que cada número, empezando por el tercero, equivale a la suma de los dos números anteriores. Bueno, esto por sí mismo hubiera sido tan sólo una curiosidad sorprendente si no fuera porque esta misma secuencia...

Eduard Punset: Se aplica...

Mario Livio: ¡Aparece en muchos, muchos lugares!

Eduard Punset: ¿Tales como...?

Mario Livio: Como la disposición de las hojas de las plantas, por ejemplo. ¿Sabes? Se puede ver en las hojas de las plantas... o en los girasoles. En los girasoles, en la cabeza del girasol, se ven espirales en una dirección u otra. Y si las contáramos, veríamos que siempre son dos números de Fibonacci, en una dirección y en la otra.

Eduard Punset: O en los pétalos de las margaritas, creo...

Mario Livio: Sí

Eduard Punset: Los he contado yo mismo...

Mario Livio: Sí

Eduard Punset: ...fui al jardín, recogí una margarita y...

Mario Livio: Sí

Eduard Punset: ...1, 2, ¡madre mía!

Mario Livio: Lo más interesante es que si partimos de la secuencia de Fibonacci y avanzamos lo suficiente en la secuencia, la razón de dos números adyacentes cualesquiera se acerca más y más a la proporción áurea. Así que la secuencia de Fibonacci es la proporción áurea, pero "disfrazada".

Eduard Punset: ¡Disfrazada!

Mario Livio: Sí

Eduard Punset: ¡Increíble!

Mario Livio: Esto es lo que la hace tan fascinante: que esta frecuencia y la proporción áurea aparecen en muchísimos fenómenos reales, ya sean naturales o realizados por el hombre. Sin embargo, quiero resaltar que no hay nada especialmente misterioso en todo esto...

Eduard Punset: Nada mágico

Mario Livio: No en este número, no. Es decir, hay que dejar a un lado la mitología. En realidad surge de las propiedades de los sistemas que estudiamos, que o bien presentan una simetría pentámera, por lo que siempre tienen la sección áurea, o bien es una necesidad, por ejemplo en el caso de la planta, las hojas están dispuestas de este modo porque si estuvieran, pongamos, formando 90 grados, al acabar un giro las próximas hojas se solaparían con las anteriores, y esto no es bueno para la planta, que necesita luz, y lluvia, etcétera. Así que hay que encontrar el ángulo que aproveche el espacio con más eficacia. Y resulta que este ángulo está relacionado con la proporción áurea porque así es como, matemáticamente, se puede...

Eduard Punset: Hacer que sobreviva la hoja...

Mario Livio: Sí. No es que las plantas sepan matemáticas, sólo que, ¿sabes? Necesitan sobrevivir.

Eduard Punset: ¿Y qué es lo que encontró Dalí en esta proporción para incluir ese dodecaedro en su famoso cuadro el...?

Mario Livio: ...El sacramento de la última cena, sí. De hecho, en este cuadro Dalí incluyó la proporción áurea dos veces. En primer lugar, si miramos la proporción de la longitud del cuadro con respecto a la altura, equivale a la proporción áurea.

Eduard Punset: Ya veo...

Mario Livio: Además, pintó este gran dodecaedro suspendido sobre la mesa, porque el dodecaedro, para Platón, representaba todo el universo. Y resulta que el dodecaedro está estrechamente relacionado con este número, 1,618...: si queremos calcular el volumen de un dodecaedro cuya longitud sea de, digamos, 1 cm., podemos expresarlo con la proporción áurea perfectamente.

Eduard Punset: También ¿no?

Mario Livio: Sí.

Eduard Punset: ¿Y qué me dices de las galaxias, de las leyes que rigen las espirales en las galaxias?

Mario Livio: Sí, muchas galaxias tienen formas espirales, por ejemplo, detrás de ti puedes ver la galaxia M51, con esta forma. Muchas galaxias, incluida la nuestra, la Vía Láctea, tienen forma espiral. Esta espiral recibe el nombre de espiral logarítmica: puesto que tiene la propiedad de que, en movimiento, crece de un modo concreto.

Eduard Punset: Como una amonita.

Mario Livio: Sí, se observa por ejemplo en el nautilo (*nautilus pompilius*)

Eduard Punset: ¡Exacto!

Mario Livio: Y en muchas cosas más... se observa este tipo de forma.

Eduard Punset: ¡Qué bonito!

Mario Livio: Es realmente bonito. Hubo un matemático famoso, Bernoulli, que escribió un libro sobre esta espiral tan hermosa. Resulta que este tipo de espirales, no todas, pero las espirales logarítmicas sí, están relacionadas con la proporción áurea, en el sentido de que si tomamos un rectángulo, cualquier rectángulo... bueno, perdona, no cualquier rectángulo, uno cuya longitud con respecto a la anchura sea la proporción áurea...

Eduard Punset: Sea la proporción áurea...

Mario Livio: ...la proporción áurea: sí. Y si cortamos un cuadrado, obtenemos un rectángulo más pequeño que también incluye la proporción áurea. Si volvemos a cortar otro cuadrado, otro más pequeño, sigue siendo un rectángulo áureo... etc. Si conectamos los puntos de corte, obtenemos una espiral logarítmica.

Eduard Punset: Ya veo... ¡Qué fantástico! ¿Sabes? Colecciono algunos fósiles, y tengo una amonita, que es exactamente como estás diciendo. Según evolucionan, crecen, y sus líneas... son realmente hermosas. He oído que sucede lo mismo con la música. De hecho, al parecer Pitágoras, según cuenta la historia, estaba caminando por la calle, oyó un ruido, entró a su taller y empezó lo que sería el principio de la armonía. Incluso en la actualidad, cuando hablo con músicos, a menudo les formulo la siguiente pregunta, les digo: "Oye, ¿cómo puede ser que esto suene bien y en cambio esto suene tan horrible?" Es decir, ¿por qué suenan bien las cosas? ¿Tiene algo que ver también con la proporción áurea?

Mario Livio: Que algo suene bien o mal no está directamente relacionado con la proporción áurea. Es decir, lo que al parecer descubrió Pitágoras fue que a partir de frecuencias con proporciones de números simples, como por ejemplo del 2 al 3, del 1 al 4... etcétera... obteníamos sonidos consonantes, que nos sonaban bien; mientras que las frecuencias que no estaban en proporciones de números simples nos sonaban disonantes. Sin embargo, se ha sugerido que algunos compositores utilizaron la proporción áurea en su música. Por ejemplo, se ha dicho que Bartok compuso sus obras de tal modo que si contamos los compases desde, pongamos, el inicio de la pieza y un momento en el que se produce un cambio, y luego hasta el final, el número de compases responde a la proporción áurea. Creo que los indicios sobre Bartok no son muy convincentes, me parecen más convincentes las pruebas sobre Debussy.

Eduard Punset: Debussy

Mario Livio: Sí. Por lo visto Debussy sí lo hizo. Debussy conocía a un grupo de pintores llamados Les Nabis. Y ellos conocían la sección áurea y hablaban a menudo del tema. Así que él posiblemente habló de ello. Y también escribió una vez una carta a su editor, y le dijo: "en la obra que te he mandado, falta un compás, pero es muy importante para el número, para el número de oro". Eso dijo. Así que tal vez lo utilizara en su música.

Eduard Punset: Así que si los números se pueden utilizar para expresar algo tan maravilloso y sofisticado como la armonía de la música, parece lógico entonces que los números puedan usarse para expresar las leyes físicas, naturales del universo.

Mario Livio: Bueno, esto es lo que decía Pitágoras, fue el primero en decirlo. Según él, “todo es número . . .