



UAI

Universidad Abierta Interamericana

FACULTAD DE ARQUITECTURA

Trabajo Final de Carrera

2013

Alumno: Federico Mauro Costa

Tutora: Arq. Vicenta Quallito

SILLA AUREA

Diseño de mobiliario como equipamiento arquitectónico

Introducción

Es inteligente aquel hombre que antes de hacer, observa lo que se ha hecho...

En este trabajo desarrollaré el estudio, diseño y análisis del objeto mobiliario que sirve de asiento al hombre, abordándolo desde diferentes dimensiones o variables.

Para ello he considerado fundamental empezar este desarrollo a partir del estudio de la historia de este tipo de mobiliario y la arquitectura, aplicando los conceptos más valorados al diseño.

Existe una fuerte relación histórica entre la silla y su diseñador. Prácticamente todos los maestros de la Arquitectura tienen sus diseños icónicos, los cuales reflejan sus ideales y modos proyectuales, obteniéndose a partir de ese proceso proyectual, conceptos de diseño y manejo de lenguajes, como también tecnologías propias y materiales disponibles.

Es vital entender que el arquitecto proyecta espacios habitables para el hombre pero sin su equipamiento terminan siendo inútiles, por eso comparto la incursión de la arquitectura en el campo mobiliario con diseño responsable y con el compromiso de mejorar la calidad de vida del ser humano que es nuestro fin último.

Considerando al diseño mobiliario como parte de la arquitectura, a mi criterio no debería escaparse de los tres principios vitruvianos, Belleza (*Venustas*), Firmeza (*Firmitas*) y Utilidad (*Utilitas*) Debe considerar, entonces, los aspectos funcionales: medidas, ángulos y posiciones que surgen de estudios centrados específicamente en el análisis antropométrico del asiento para el ser humano, como así también, la relación formal y estética del objeto con la naturaleza.

Por esto es que se incluye en este trabajo, el estudio y aplicación de la proporción áurea en el hombre, en el arte, en la arquitectura y en el diseño en general, y su aplicación finalmente en el diseño de la silla áurea.

Me atrevería a decir, dada la evolución que ha tenido el hombre y la arquitectura, que deberíamos incorporar a esta concepción vitruviana un punto adicional la búsqueda del equilibrio ambiental. Nuestras obras, grandes o pequeñas, deben respetar este equilibrio y conservarlo sin comprometer a nuestras futuras generaciones. Para ello consideré conveniente incluir un estudio de los procesos constructivos con su respectivo impacto ambiental y el uso responsable de los materiales empleados.

Índice

Introducción	1
Capítulo 1	
Historia del mobiliario y arquitectos referentes	5
1.1 Mobiliario: Definición e historia	5
1.2 Arquitectos referentes en el diseño de mobiliario	6
Capítulo 2	
Proporción Áurea: Hombre - Arte - Arquitectura	68
2.1 La Proporción Áurea	69
2.2 Fortuna histórica de la divina proporción	80
2.3 Ejemplos de utilización de la proporción áurea	101
2.3.1 Utilización de la proporción áurea en la pintura	101
2.3.2 Utilización de la proporción áurea en Arquitectura	105
2.3.3 Utilización de la proporción áurea en el diseño de mobiliario	119
2.3.4 Utilización de la proporción áurea en el diseño de objetos de uso cotidiano	121
2.3.5 Utilización de la proporción áurea en el diseño gráfico	125
2.3.6 Observación de la proporción áurea en el cuerpo del hombre	128
Capítulo 3	
Estudio antropométrico aplicado	134
3.1 Dinámica del tomar asiento	138
3.2 Consideraciones antropométricas	140
3.3 Altura de asiento	141
3.4 Profundidad de asiento	143
3.5 Respaldo	144
3.6 Asiento	145
3.7 Conclusión	146
Capítulo 4	
Silla Áurea: Diseño y construcción	147
4.1 Introducción	147
4.2 Proceso de Diseño	147
4.3 Diseños influyentes	153
4.4 Elección de materiales para la construcción del prototipo	158
4.4.1 Madera	158
4.4.2 Hierro	162
4.4.3 Cromado Electrolítico	166
4.4.4 Acrílico (Polimetilmetacrilato)	167
4.5 Imágenes del Prototipo	167

Capítulo 1

Historia del mobiliario y arquitectos referentes.

1.1 Mobiliario: Definición e historia.

Mobiliario o conjunto de muebles, son objetos que sirven para facilitar los usos y actividades habituales en casas, oficinas y todo tipo de espacios habitables. Normalmente el término alude a los objetos que facilitan las actividades humanas comunes, tales como dormir, comer, cocinar, descansar, etc., mediante mesas, sillas, camas, estanterías, muebles de cocina, etc.

Existen varios tipos de mobiliario, como los muebles que poseen una superficie horizontal separada del suelo, como sillas y camas, mesas, o bien, muebles para el almacenaje o archivado de libros, revistas, ropa, etc. El mobiliario urbano o equipamiento urbano es el conjunto de bancos, marquesinas, papeleras, etc. instalado por los ayuntamientos para uso del vecindario.

El mobiliario puede ser el producto del diseño o considerado una forma de arte decorativa. Además del fin funcional del mobiliario, puede servir a un propósito simbólico o religioso. El mobiliario doméstico crea, en conjunción con otros objetos como lámparas o relojes, espacios interiores convenientes, confortables y funcionales. Puede ser artesanal o industrial, y por su gran carga ornamental ha sido considerado un objeto artístico en la historia del arte decorativo, sobre todo en la época pre-industrial.

La historia del mobiliario se inicia con el cambio de costumbres del ser humano, al transformarse de nómada cazador en agricultor sedentario. Evidencias de mobiliario de la antigüedad, que han perdurado, se encuentran en pinturas murales y bajorrelieves del Antiguo Egipto del tercer milenio adC.

En la actualidad ha cobrado gran relevancia, por su importancia para la venta en régimen de autoservicio, el mobiliario comercial y las estanterías para la exposición de productos en las tiendas. Pueden ser elementos muy sencillos, dentro de estándares determinados, o diseños muy específicos y sofisticados, en función del tipo de producto a presentar sobre ellos.

Los materiales empleados en su elaboración suelen ser:

Madera: Tuvo un gran protagonismo desde los egipcios hasta el mueble estilo Art Nouveau, y todavía sigue siendo el material preferido por muchas personas. Los tipos de maderas más empleados son las de pino, cerezo, castaño, haya, roble, etc.

Metal: Después de la primera guerra mundial, con el advenimiento del Movimiento Moderno.

Plástico: En la década de 1950 comenzaron a utilizarse los plásticos en todo tipo de objetos ya que su costo era económico y permitía materializar objetos con libertad formal y excelentes prestaciones de resistencia y durabilidad.

Fuente:
www.wikipedia.org

1.2 Arquitectos referentes en el diseño de mobiliario

Los arquitectos son creadores de espacios y siempre han buscado que los mismos sean vividos de acuerdo al espíritu que generan, por lo tanto, los muebles deben complementar el espíritu creado en el proyecto y en la obra de arquitectura.

Por la relación de contacto directo con el hombre, la silla es un objeto especial, aunque muchos arquitectos han diseñado mesas, armarios y otros muebles, estos nunca han tenido el mismo protagonismo de las sillas.

A través del desarrollo de la historia los muebles han sido influenciados por los estilos arquitectónicos como: Románico, Gótico, Renacentista, Barroco, Neoclásico, Moderno, etc.

Por el aprovechamiento de recursos y la racionalización en el uso de materiales se toma como punto de partida el movimiento moderno para el diseño y desarrollo del mobiliario contemporáneo.

A continuación, una reseña de cada arquitecto citando sus mobiliarios icónicos con una breve descripción de cada uno.

Antoni Gaudí, Barcelona, España, (1852-1926)

Sin duda el arquitecto español con más proyección internacional. Su arquitectura está marcada por un fuerte sello personal, caracterizado por la búsqueda de nuevas soluciones estructurales. Sus obras culminan en un estilo orgánico, inspirado en la naturaleza; simbiosis perfecta de tradición e innovación. Pero no sólo sus edificios y sus geniales soluciones arquitectónicas han dado la vuelta al mundo. Su concepción integral de la arquitectura le llevó a ocuparse de todos los elementos decorativos, mobiliario incluido, que iban a formar parte del edificio.

Enfocado en la arquitectura integral, Gaudí diseñó armarios y sillas para sus casas. Progresivamente, irá descartando las ornamentaciones superfluas para subrayar la forma y desnudez de los materiales. Su incesante búsqueda de la comodidad y la utilidad le lleva a estudiar el cuerpo humano para conseguir que el mobiliario se adapte a las formas del organismo de las personas.



Escultura de Antoni Gaudí, Barcelona

Chaise-longe, 1889

La chaise-longe (1889) del Palacio Güell, de madera, hierro y terciopelo dorado, muestra también una gran riqueza de detalles. Está inspirada en los modelos del Segundo Imperio Francés. La línea curva del mueble obliga a apoyarse cómodamente en el brazo y en el confortable respaldo.



Las dos patas del respaldo están inclinadas, favoreciendo la estabilidad, mientras que las de los pies están en posición vertical.

Gaudí incorpora el hierro como elemento decorativo y también como elemento estructural del mueble, prescindiendo de la madera que se utilizaba tradicionalmente en los muebles almohadillados.

Silla Calvet, 1901

Todas las sillas de la Sala de Juntas de la Casa Calvet comparten la particularidad de tener un único soporte que une el asiento con el respaldo. Éste está formado por cinco piezas en ángulo que consiguen una cómoda concavidad que se adapta a la anatomía de la espalda. La sinuosa forma trapezoidal y la fina decoración central, a base de geometrías circulares y granos de café engastados, confieren a este mueble una línea esbelta. El asiento, rebajado ligeramente para una mayor adaptabilidad, presenta cinco orificios alineados, para impedir que el usuario resbale. Las partes posteriores del asiento y el respaldo suavizan sus bordes con un perfil elegante y sinuoso. Las patas posteriores tienen la inclinación suficiente para dar estabilidad a esta pieza. Madera de Roble macizo, tallada.





Banco Batlló, 1875

Las proyectó originalmente para el comedor principal de la Casa Batlló del Paseo de Gracia barcelonés. Madera de Roble macizo, tallada.

Josef Hoffmann, Austria, (1870 -1956)

Estudió arquitectura en la Academia de Artes aplicadas en Viena donde fue discípulo de Carl Freiherr Von Hasenauer y Otto Wagner, cuyas teorías de una arquitectura funcional y moderna influirían profundamente en sus trabajos arquitectónicos.





Sitzmaschine
(Máquina de sentarse), 1908

Esta silla se mostró por primera vez en público en 1908, al estar hecha de madera teñida de negro sin ningún elemento de tapicería, podría mecanizarse su fabricación al completo. Un reposapiés oculto bajo el asiento, convierte la Máquina de Sentarse en una chaise longue.

Kubus Suite, 1918

Uno de los diseños más buscados de Josef Hoffman. El arquitecto y diseñador austriaco utilizó la forma geométrica del cubo en muchas de sus creaciones por lo que fue bautizado con el nombre de “Quadratti-Hoffman”. Los cojines profundos y voluminosos del Sillón Kubus Suite ofrecen buen confort y le otorgan una apariencia única y característica.



Wooden Chair, 1907

Especialmente diseñado en 1907 para el cabaret Fledermaus en Viena, esta suite se produjo más tarde por Kohn, la empresa de muebles de madera curvada. Las esferas de madera en las articulaciones son elementos típicos del estilo de Hoffmann.



Charles Rennie Mackintosh, Glasgow, Escocia, (1868-1928)

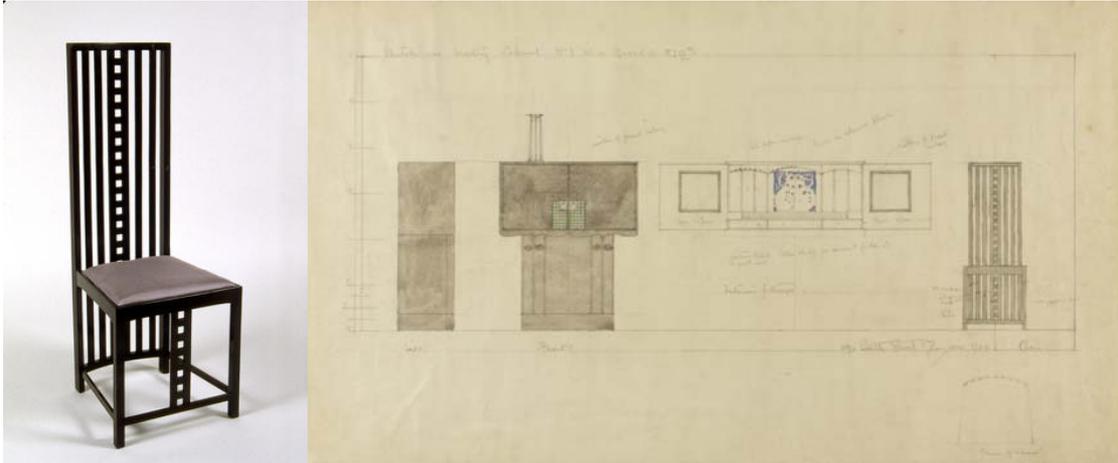
Su personalidad es una de las que caracterizan el período inmediatamente anterior al Movimiento Moderno.

Su nombre está principalmente vinculado a la construcción de la Escuela de Arte de Glasgow, se distinguió principalmente porque él recuperó los valores más auténticos de la expresión escocesa y del gusto neogótico.



Hill House Chair, 1902

La silla Hill House es una de las sillas más famosas, con un carácter único modernista y una clara inspiración japonesa, se trata de un clásico moderno. Destaca también por sus llamativas proporciones, su respaldo mide 1.41 m de alto y la altura del asiento 0.45 m. Estructura en madera de fresno teñida en negro. Asiento tapizado en terciopelo.

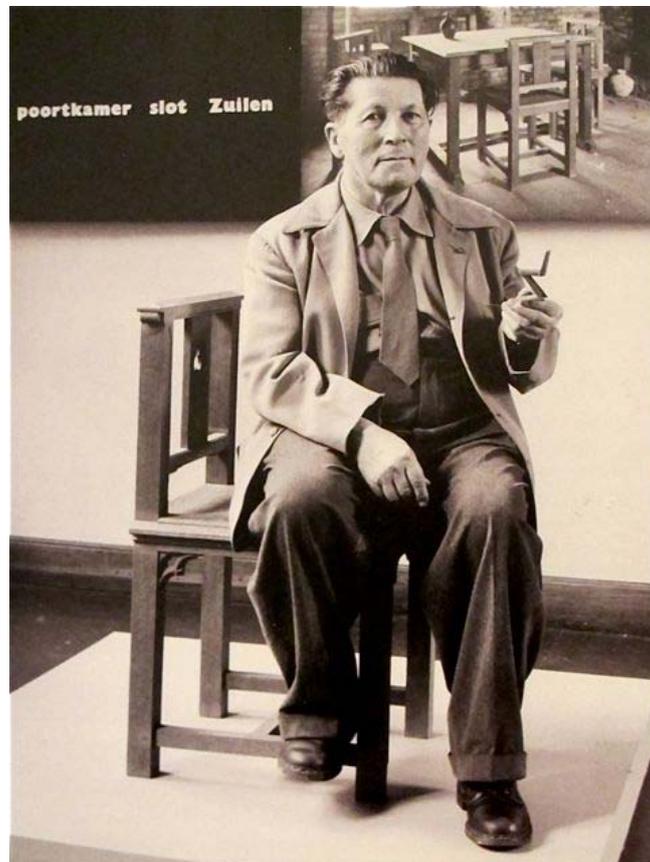


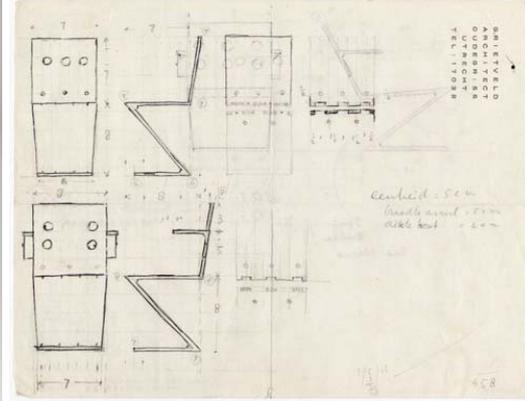
CRM, 1904

Pertenece al conjunto de mobiliario diseñado para uno de sus proyectos.

Gerrit Rietveld, Holanda, (1888-1964)

Arquitecto, estudió arte industrial en Utrecht, trabajó en el taller de muebles de su padre. Deja innumerables obras de arquitectura como el museo Van Gogh de Ámsterdam, sus sillas son esqueletos sin rellenos ni añadidos innecesarios. Estaba en constante búsqueda de un mueble sin masa ni volumen, un mueble que no le estorbase al espacio.



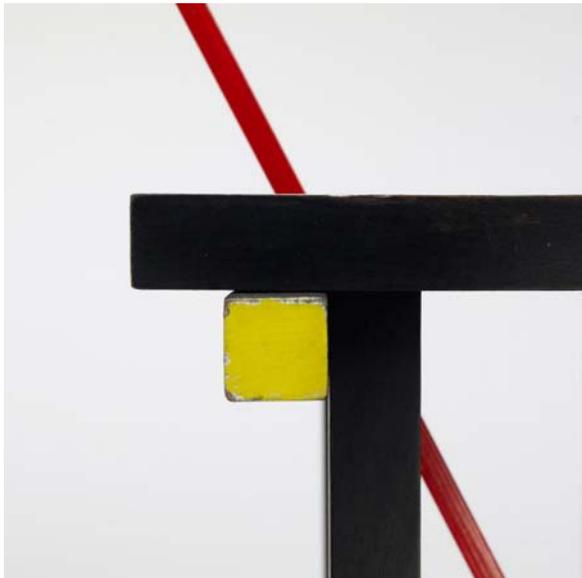


Zigzag Chair, 1932

La silla se destaca de toda imagen convencional, sin patas y formada únicamente por superficies planas.

Se caracteriza por la simpleza de su diseño, a pesar de su complejo proceso de construcción, y por el uso de la madera como único material.

En la actualidad forma parte de la colección permanente del MOMA de Nueva York.



Red and Blue Chair, 1917

Pertenece al periodo neoplasticista, guarda semejanza a las famosas obras del pintor holandés Piet Mondrian, por la utilización de puntos y planos de colores primarios entramados por líneas negras ortogonales.



Berlin Chair, 1923

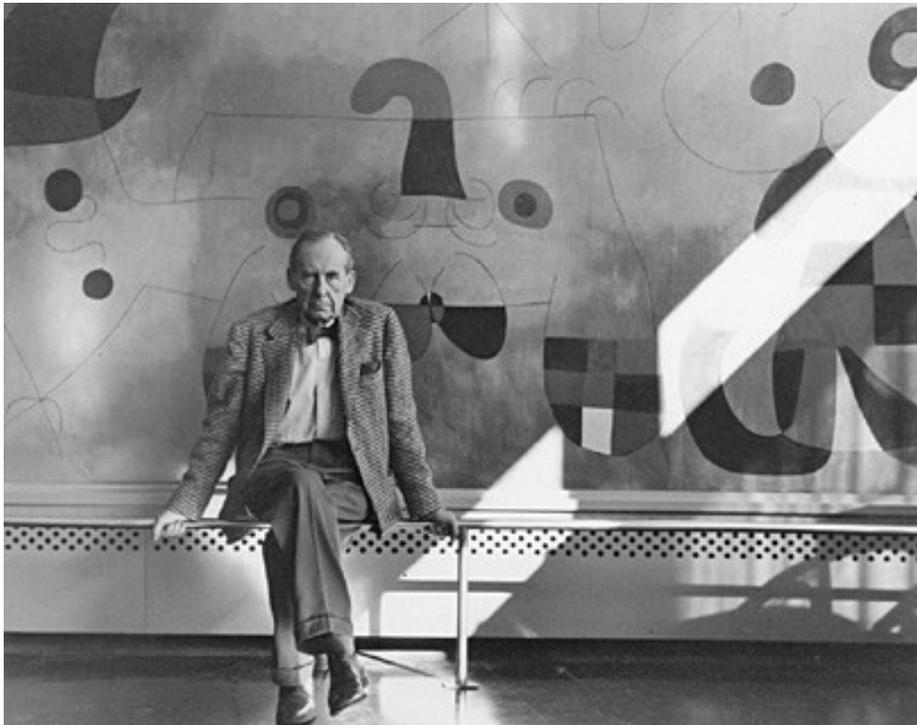


Steltman Chair, 1963

Walter Gropius, Alemania, 1883-1969.

*Primer director de la Bauhaus, escuela de diseño integrada Arte-Artesanía-Tecnología.
Las Nuevas tecnologías nos llevan a nuevas formas, la función y el contenido estético
deben ir totalmente unidos.*

Fue director del Dpto. de Arquitectura de la Universidad de Harvard.





Sillón F51, 1923

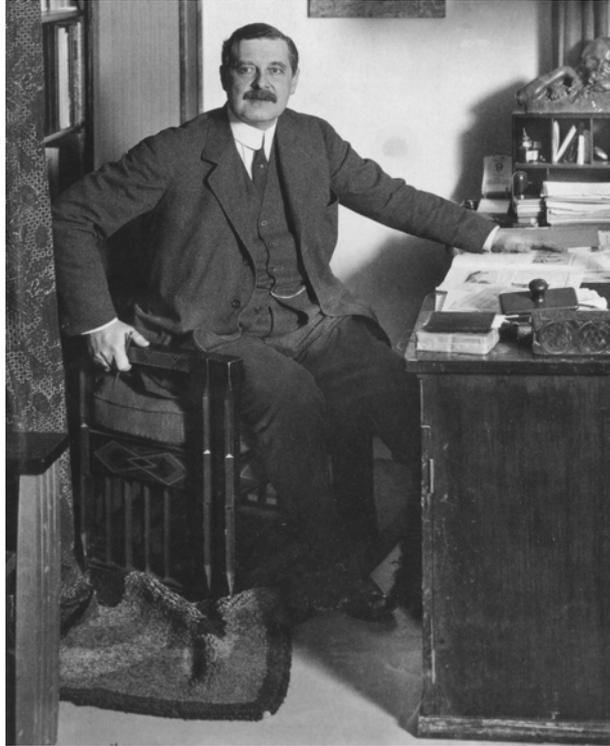
Compuesto por cuatro piezas prismáticas, obtenidas a partir de la idea inicial de un cubo al cual se le han sustraído partes.



D51 Chair, 1908

Peter Behrens, Alemania, (1868-1940)

Quien mejor expresó los ideales de la Werkbund, estuvo ligado a la empresa Allgemeine Electricitäts Gesellschaft (AEG). Se dedicó a la pintura impresionista. Entre 1898 y 1904 incursionó en el diseño de muebles para la Colonia de Artistas. Los objetos diseñados por él se subordinan al lema de la casa como "edificio de culto".



Wood Chair, 1902



Behrens House Chair, 1900

Frank Lloyd Wright, Estados Unidos, (1867-1959)

Trabajó para el arquitecto Louis Sullivan. Estudió en la escuela de ingeniería de Wisconsin; influenciado por formas Japonesas diseñó sillas para casas y para el hotel Imperial de Tokio. Diseñó los muebles para la casa de la moneda y para muchas otras de sus obras arquitectónicas.

El mobiliario de Wright, como su arquitectura, se apropia del espacio gracias al claro esqueleto estructural que lo conforma.

En oposición a la acumulación innecesaria de mobiliario en los interiores victorianos, los de Wright son amplios y ordenados. Sus muebles, con sus reiteradas formas geométricas, son necesarios para la concepción del diseño interior y proporcionan esa idea de sencillez y orden. La creación de espacio de calidad era uno de los fines de sus diseños.



Larkin Bldg. Chair, 1904



Johnson Wax Chair, 1936



Wright House Chair, 1895



Robie House Chair, 1908



Comedor de la casa Robie, Estados Unidos, 1908

Estas sillas de comedor tienen altos respaldos que se prolongan más allá de las cabezas de los comensales. Colocadas alrededor de la mesa de comedor, las sillas crean un ámbito más íntimo aunque sea de forma temporal. Un recinto más privado dentro del comedor.



Taliesin Origami Chair, 1949



Barrel Chair, 1937



Peacock Chair, Imperial Hotel, 1922



Taliesin III Chair, 1937



Taliesin II Chair, 1914



Hillside Home School Chair, 1904

Charles Edouard Jeanneret Gris (Le Corbusier), Suiza, (1887-1965)

Nace en Suiza y se radica en Paris. En el año 1952, publica el libro “Hacia una Arquitectura” bajo el seudónimo de Le Corbusier. En 1922, comenzó a trabajar en París, en el estudio con su primo Pierre Jeanneret, con el que compartió proyectos de investigación y criterios de diseño en una relación profesional profunda y duradera. En octubre de 1927, deciden recurrir a la contribución de Charlotte Perriand, una joven arquitecta que había comenzado a forjar una reputación en la escena arquitectónica de la época. Su colaboración duró hasta 1937 siendo muy fructífera, especialmente en el campo del diseño de mobiliario. Los diseños resultantes son de gran valor intelectual y éxito comercial considerables.



Chaise Longue LC4, 1928

Su mobiliario mas famoso es el sofá LC4 1928, la silla se desliza sobre una base en H adquiriendo cualquier posición. Inicialmente la fabricó Thonet. Era una de 3 sillas que Le Corbusier utilizó en varias de sus casas, particularmente en Francia.





Silla LC7, 1929

La silla **LC7** fue diseñada por *Le Corbusier* y *Pierre Jeanneret* en el año 1928. También se le atribuye a Charlotte Perriand colaboración en el diseño.

La estructura de acero tubular sostiene un eje sobre el que se monta el asiento. Proporciona un gran confort al adaptarse al cuerpo.

Esta silla giratoria es empleada tanto como silla de comedor como en oficinas y espacios comunes.

Está disponible en dos versiones de cuatro y cinco patas, así como en multitud de acabados tanto para la estructura como para el tapizado del asiento.

En la actualidad la silla **LC7** forma parte de la colección permanente del MoMA de Nueva York.

LC1, 1929

La silla se hizo en colaboración con Charlotte Perriand y Pierre Jeanneret y se presentó por la primera vez en ocasión de "Salón d'Automne" en París. La silla se empleó por primera vez para la decoración de villa Church en Ville D'Avray aunque con unas pequeñas modificaciones respecto a la primera versión presentada en París. Lo peculiar de este sillón es el respaldo basculante, que permite adoptar distintas posiciones de descanso, y su rigurosa forma cúbica que se realizó gracias a una estructura tubular de acero.





LC2, 1929

Le Corbusier proyectó la serie Grand Comfort en 1929. Las butacas y los sofás se repartieron en dos subcategorías: Petit Modele y Grand Modele.

La butaca Petit Modèle LC2 hoy se considera una pieza de culto del diseño del siglo XX.

Charlotte Perriand, Francia, (1903-1999) *Arquitecta y diseñadora francesa.*



Les Arcs Chair, 1960

Diseñada para Les Arcs ski resort en Francia.

Caño de acero tubular cromado con asiento y respaldo de cuero marrón.



Alvar Aalto, Finlandia, (1898-1976)

Formó parte del Movimiento Moderno y participó en los CIAM (Congresos Internacionales de Arquitectura Moderna). Ha sido el único arquitecto de la Segunda generación del Movimiento Moderno reconocido como "maestro", equiparándose así a los grandes maestros.

Utilizó haya de su país aprovechando el conocimiento en la utilización de madera laminada, y cuando se descubrieron pegantes confiables, basado en la experiencia de curvar los esquíes para nieve de sus compatriotas, diseñó un programa completo de muebles moldeados en madera laminada y prensada.



Sillón Paimio, 1931

Alvar Aalto, expuso sus muebles en Londres 1933, París 1937 y en la feria mundial de Nueva York 1939. En 1957 le impusieron la medalla de oro del Real Instituto Británico de Arquitectos. La elegancia de este objeto, que se desenvuelve del plano superior y se va convirtiendo en pata, en una forma totalmente fluida como si fuera una cascada. Fabricado en fresno macizo.





Nr. 31 Chair, 1935
La primera silla cantilever con estructura de madera laminada.



Nr. 66 Chair, 1935



Thonet Chair, 1950



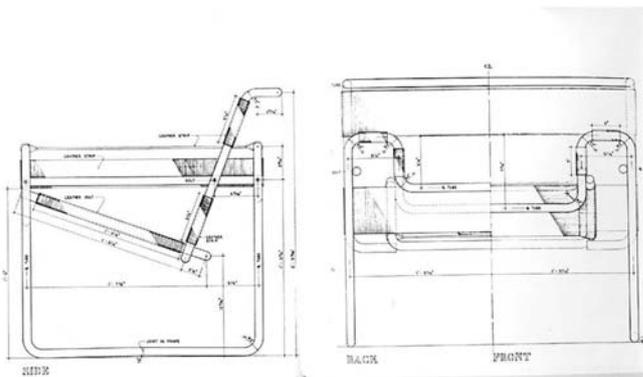
Tank Chair, 1940



Nr. 43 Lounge Chair, 1936

Marcel Breuer, Pécs, Hungría, (1902-1981)

Estudió en la Bauhaus de Weimar, Alemania, en la época en que Walter Gropius dirigía esta escuela de diseño y arte donde catalizaron las ideas estéticas más importantes del movimiento moderno. Breuer se hizo cargo más tarde del taller de muebles de la Bauhaus.



B3 Chair, También conocida como **Wassily Chair**, 1925.

La primera de tubo de acero en la historia, que combinaba las condiciones flexibles de este material con su facilidad para la producción industrial a gran escala. Ésta silla fue el diseño más ampliamente reconocido de Breuer, que más tarde fue conocida como la Silla Wassily. Estaba inspirada en parte, por el tubo de acero curvado del manubrio en la bicicleta Adler que Breuer había adquirido recientemente. A pesar de la difundida creencia de que la había diseñado para el pintor Wassily Kandinsky, por entonces colega de Breuer en la escuela de Bauhaus, esto no fue así; Kandinsky admiró el diseño final de Breuer, y sólo cuando la terminó, Breuer hizo una copia adicional para que Kandinsky la usara en su casa. Cuando la silla fue re-lanzada al mercado en la década de los 60s, fue nombrada "Wassily".



S32 Chair, 1928



Isokon Chair, 1936



Slatted Chair, 1923



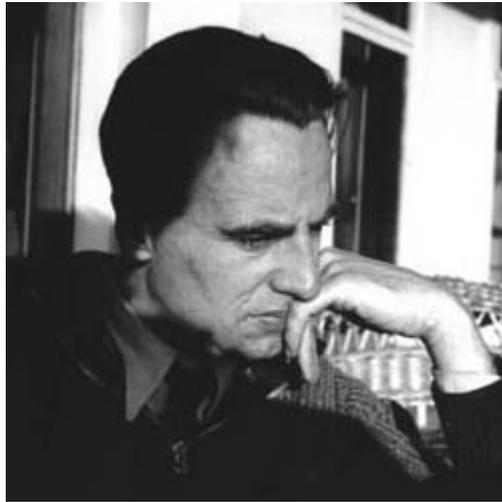
Tubular Steel Chairs, 1928



Isokon Long Chair, 1936

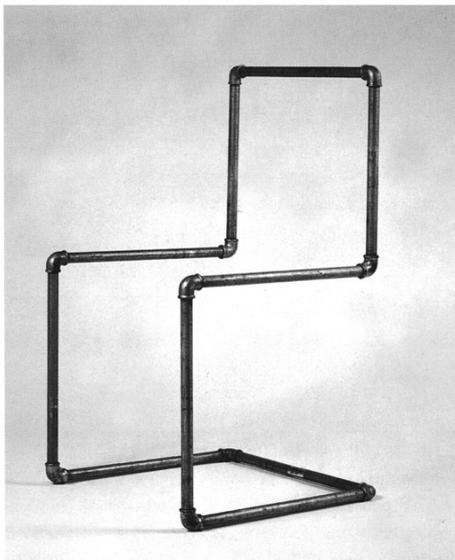
Mart Stam, Holanda, (1899-1986)

Trabajo en la Bauhaus. Director del instituto de arte industrial de Holanda y el instituto de arte de Berlín.



S33 Chair, 1926

Fue diseñada a partir de tubería de gas soldada y reforzada con insertos interiores en varilla. La silla en cantilever revolucionó el diseño por la continuidad de la línea desde el espaldar hasta el piso. Tubería pintada, asiento y espaldar en lona o cuero.



Ludwig Mies Van Der Rohe, Alemania, (1886-1969)

Nace en Aix-la-Chapelle. En esta misma ciudad es alumno de múltiples escuelas de arte y talleres de artesanía. A los 19 años empieza a trabajar como diseñador de muebles en un pequeño taller de diseño propiedad de Bruno Paul en Berlín. En 1929 construye una de sus obras más sobresalientes, el Pabellón de Alemania en la Exposición Internacional de Barcelona. Al año siguiente toma la administración y dirección de la Bauhaus en Dessau en Berlín, manteniéndose al cargo hasta el cierre de la institución en 1933.

Posteriormente emigra a los Estados Unidos, donde comienza a darse a conocer con numerosas y espectaculares obras.



MR 20 Chair, 1927



Brno Chair, 1929



Barcelona Chair, 1929

Diseñada para el pabellón alemán de la Exposición internacional de Barcelona en 1929, siendo el único mueble que había en dicho pabellón. Tanto el edificio como esta butaca fueron los primeros elementos públicos de las teorías racionalistas de la Bauhaus. La silla se compone de una estructura de acero cromado y dos cojines de cuero. Resulta cuanto menos curiosa la experimentación con las patas de las sillas que se vive en el interior de la Bauhaus, la búsqueda por minimizar la típica estructura de madera de cuatro patas se convierte en una obsesión para el taller de carpintería e interiorismo de la Bauhaus.



Lounge Chair, 1932

Charles & Ray Eames, Estados Unidos

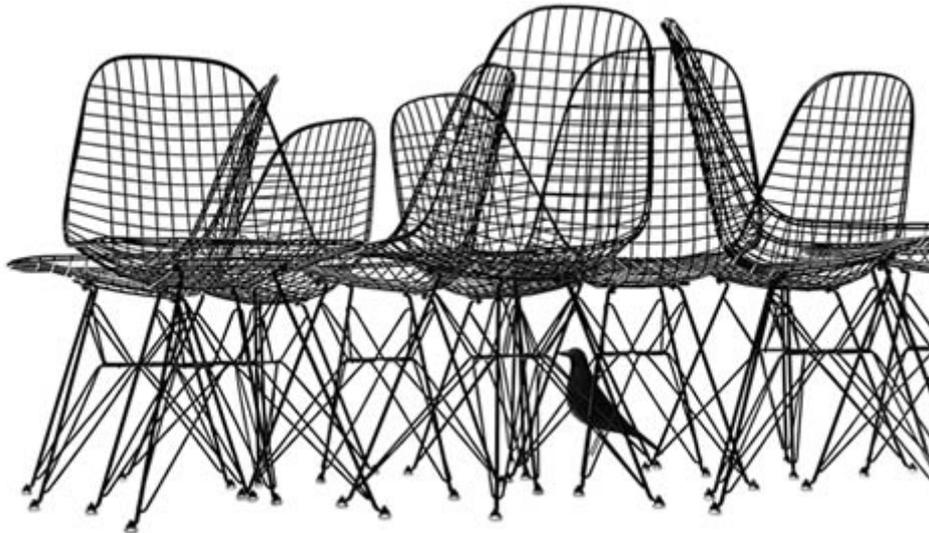


Charles Eames, Missouri, (1907-1978). Estudia Arquitectura en la Universidad de Washington. En 1930 abre su propio estudio de arquitectura junto con Charles M.Gray. En 1941 se casa con Ray Kaiser.

Ray Eames, California, (1912-1988). Estudia Pintura en la Escuela May Friend Bennet de Millbrook, Nueva York.

Charles y Ray Eames se encuentran entre los diseñadores americanos más importantes de este siglo. Son los más conocidos por su contribución innovadora a la arquitectura, el diseño de muebles, el diseño industrial y su fabricación, y el arte fotográfico. Diseñaron sillas en madera laminada y luego en fibra de vidrio, con el avance de estas tecnologías y aprovechando al máximo los materiales, marcaron un nuevo estilo.





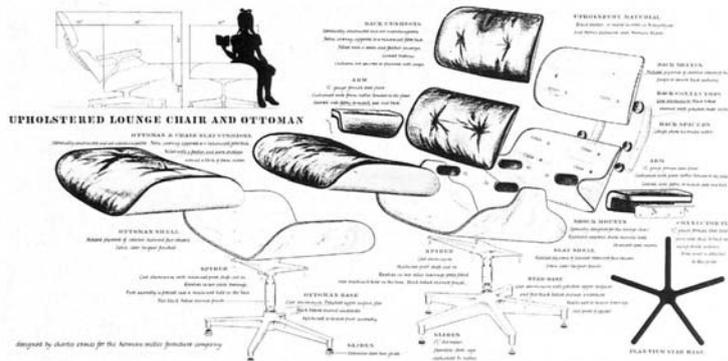
DSR-DSW Chairs, 1950

Diseñada por Charles & Ray Eames en el año 1950 en colaboración con Zenith Plastics para el Museo de Arte Moderno de Nueva York. Fue la primera silla de fabricación industrial realizada en plástico.

Cuatro patas de acero, con varillas cromadas brillante o con recubrimiento de polvo negro apta para exteriores o cuatro patas de madera de arce y varillas de acero tubular. Carcasa del asiento de polipropileno teñido, sin acolchado o malla de hierro soldada en molde.

Eames Lounge Chair & Ottoman, 1956

Diseñada para brindar máximo confort con excelente calidad de materiales, acabado.



Base de aluminio.
Carcasas del asiento y del respaldo en madera contrachapada conformada, unidades de acolchado extraíbles tapizadas en cuero.





Aluminum Chair, 1958

Uno de los diseños de mobiliario más significativos del siglo XX.

Fue ganadora del concurso de Alcoa para desarrollar nuevos productos, inicialmente fundido en arena, sólo resultó viable cuando se pudo inyectar en molde. Son muy costosas y se mantuvieron solo a nivel ejecutivo.

Perfiles laterales, estribo de sujeción, reposabrazos y base de aluminio fundido a presión cromada. Base de cuatro radios. Tapicería en negro o blanco.



La Chaise, 1948

Inspirados por la escultura “Floating Figure” del escultor Gaston Lachaise, fue diseñada para un concurso del Museum of Modern Art de Nueva York.

La imponente silla escultórica seduce por su increíble elegancia y permite numerosas posiciones para sentarse y recostarse. Desde hace mucho tiempo se considera un icono del diseño orgánico.

Carcasa blanca de espuma dura de poliuretano, barnizado blanco. Base de roble natural. Bastidor inferior cromado.



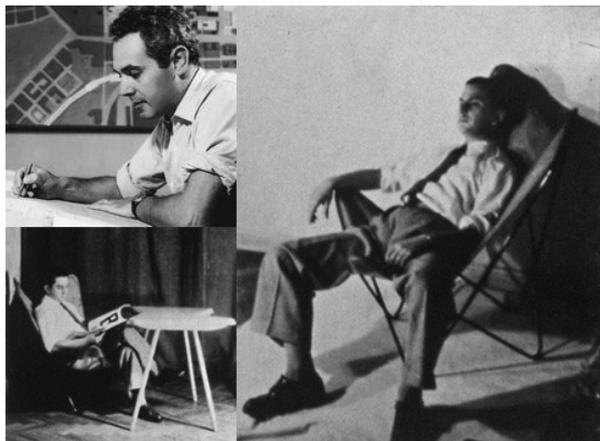
Plywood Group LCW, 1946

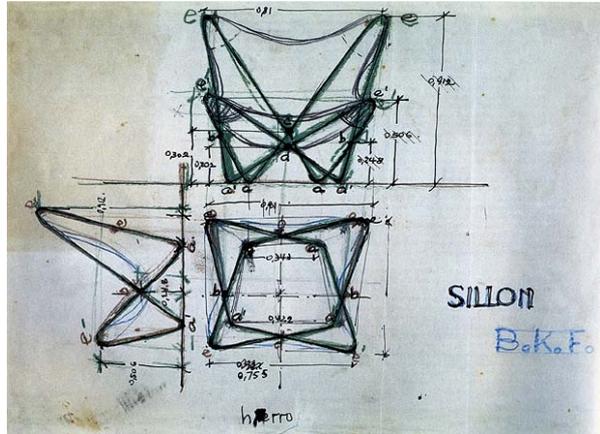
Durante muchos años, Charles y Ray Eames experimentaron en busca de nuevos procedimientos para adaptar de la mejor forma posible la madera laminada conformada en tres dimensiones a las formas del cuerpo humano. La LCW está conformada de asiento, respaldo y pie de madera laminada en capas, cubierta enchapada de fresno, asiento y respaldo unidos a la base por medio de elementos de goma y metal.

Grupo Austral

En París, en el estudio de Le Corbusier, Antonio Bonet (1913-1989) Jorge Ferrari Hardoy (1914-1977) y Juan Kurchan (1913-1975), fundaron el Grupo Austral para trabajar en Argentina durante la década de 1930. En junio de 1939 publicaron el manifiesto del Grupo bajo el título Voluntad y Acción, en el que defendían la superposición de algunos valores del surrealismo a la formación racionalista de los arquitectos, e incorporaban las necesidades psicológicas del individuo al funcionalismo estricto del movimiento moderno. Este manifiesto expone la postura de Bonet frente a la arquitectura y su esfuerzo por establecer una continuidad con el paisaje, las técnicas y los materiales de cada zona.

Ese mismo año en que el grupo Austral hacía su aparición en sociedad, Antonio Bonet Castellana, junto con sus compañeros Juan Kurchan y Jorge Ferrari Hardoy, conciben el prototipo del sillón B.K.F., diseño que se convertirá, en pocos años más, en un ícono de la modernidad aplicada a los espacios interiores.





Silla B.K.F., 1938

En los años 50 la firma Knoll compró la licencia y la difundió en todo el mundo volviéndola muy popular. Se ganó un concurso de muebles en Argentina y fue exhibida en el museo de Arte Moderno de Nueva York, antes de ser adquirida por Knoll cuyo lema es “Si es buen diseño es buen negocio”.

Tripolina Inglesa, una silla plegable hecha de madera, metal y tela.

Aunque su creador original permanece en el anonimato, fue introducida al público en 1904, en la Feria Internacional de Saint Louis por Joseph Fendy, quien ya había patentado el diseño en 1877.

Uno de los primeros usos conocidos de la Tripolina, concebida como mueble de campaña, ha estado relacionado con las tropas inglesas en las campañas de guerra del norte de África, en el siglo XIX, de la que se dice fue el soporte obligado.



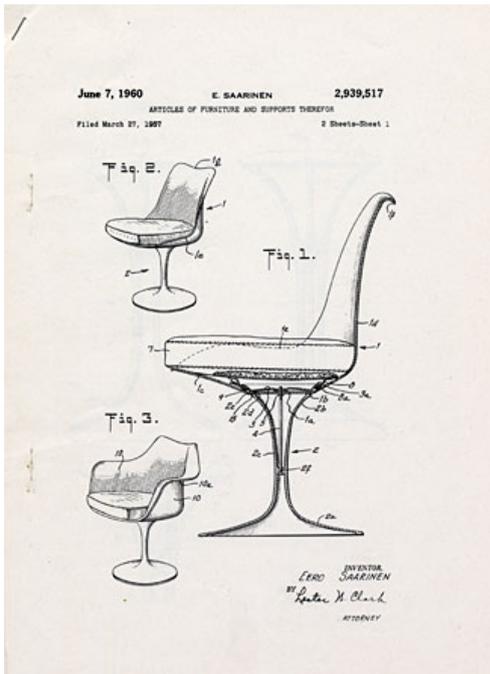
Eero Saarinen, Finlandia, Helsinki, (1910-1961)

Su padre fue el conocido arquitecto Eliel Saarinen. Estudió escultura en París y posteriormente arquitectura en la universidad de Yale. Durante el período de los años treinta estudió en la Academia de Arte Cranbrook, donde forjó una amistad de por vida con Florence Knoll.

Con el paso del tiempo, esta amistad se convirtió en una de las más importantes alianzas de diseño del siglo XX. Como arquitecto se hizo famoso por sus diseños de líneas curvadas, especialmente en las cubiertas de sus edificios, con las que conseguía imprimirles una gran ligereza. Reconocido internacionalmente por el arco Gateway de Saint Louis y la Terminal TWA del aeropuerto JFK de Nueva York.



Tulip Chairs, 1940



Tulip Chair, 1940

Representa la creación más famosa de este prestigioso arquitecto. La Tulip Chair refleja la capacidad de Saarinen para mezclar colores, formas y materiales. Base de aluminio barnizado y asiento giratorio de ABS. Almohadón desenfundable fijado al asiento mediante velcro.

Womb Chair, 1948

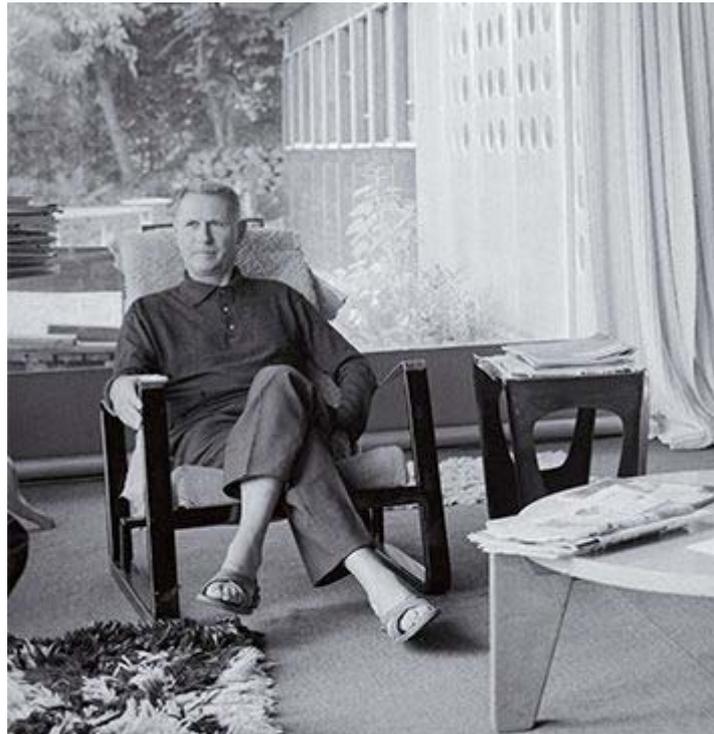
La referencia al útero, tal como el mismo Saarinen señaló, demuestra la popularización del psicoanálisis en la cultura de posguerra. La silla proporciona "un mullido soporte para quien esté sobre ella", dijo Saarinen, "especialmente para la ocupante de sexo femenino". Compuesta



por una armazón en forma de concha de fibra de vidrio tapizada, y sostenida por una base de acero con un acabado de cromo pulido, la Silla Womb obtuvo un reconocimiento casi inmediato. Se convirtió en un objeto atemporal. El diseño conserva la separación entre el asiento y las patas. Desde su presentación, la Silla Womb no se ha dejado de fabricar.

Jean Prouvé, París, Francia, (1901-1984)

Se forma como herrero artístico en París. En 1931 funda Les Ateliers Jean Prouvé. Entre 1957 y 1968 dirige el departamento de construcción de la Compagnie Industrielle de Matériel de Transport de París. Entre 1968 y 1984 dirige un estudio en París como arquitecto. Entre 1957 y 1970 ocupa una cátedra en el Conservatorio Nacional de Artes y Oficios. Entre 1980 y 1984, se dedica a perfeccionar sus diseños de muebles. En muchas de sus obras, logra combinar sus pretensiones en cuanto a funcionalidad, idoneidad de materiales y economía con los complejos requisitos de la producción en serie.





Standard Chair, 1954

Las sillas soportan más carga en las patas traseras, donde debe sustentar el peso de la parte superior del cuerpo. Jean Prouvé aplicó este sencillo principio en este diseño de manera significativa.

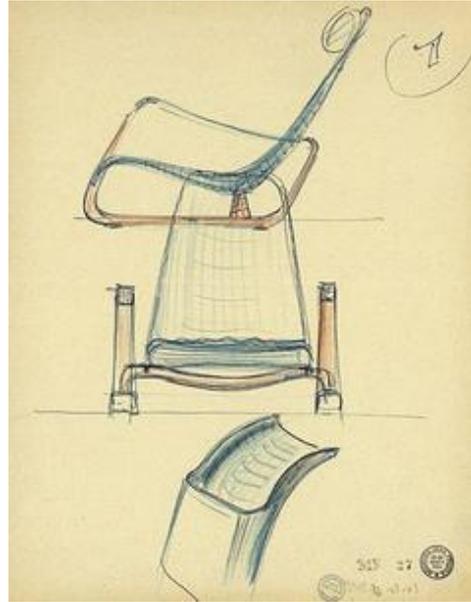
Mientras que para las patas delanteras, con una carga relativamente débil, basta con un tubo de acero, las patas traseras se han diseñado como un cuerpo hueco voluminoso que transmite la carga al suelo.

Soporte, asiento y respaldo de roble barnizado.



Folding Chair, 1930

Estructura de acero plegado y lino tensado.



Cité Lounge Chair, 1930

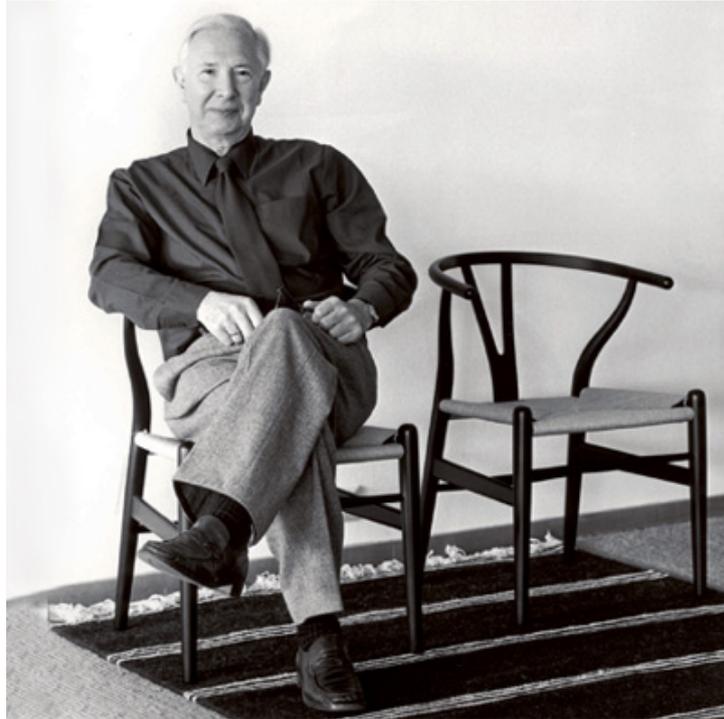
Diseñada para un concurso para el equipamiento de la residencia de estudiantes de la Cité Universitaire de Nancy.

Está formada por dos marcos de chapa de acero moldeado, cubiertos con cintas anchas de cuero que conforman los apoyabrazos. Tapizado de tela resistente y de una sola pieza, se estira sobre el marco de la silla para producir un efecto de hamaca, siguiendo los contornos y el movimiento del cuerpo. Su estructura muestra un cierto dinamismo estático, propio de la obra de Jean Prouvé, con la construcción de un respaldo liviano y en ángulo.

Esta silla es uno de los primeros diseños de muebles del arquitecto, y muestra claramente su estética racional y escultural.

Hans J. Wegner, Tønder, Dinamarca, (1914-2007)

A la edad de 17 años, terminó su aprendizaje como ebanista con IC Stahlberg. En Copenhague asistió a la Escuela de Artes y Oficios. De joven arquitecto, se unió a Arne Jacobsen y Erik Møller, trabajando en el diseño de mobiliario para el nuevo ayuntamiento de Aarhus en 1940. Durante el mismo año comenzó a colaborar con Wegner el maestro ebanista, Johannes Hansen. El Museo de Copenhague de Arte e Industria adquirió su primera silla en 1942. Wegner creó su propio estudio de diseño en 1943. Entre los diseñadores de mobiliario danés, es considerado uno de los más creativos y productivos.



Round Chair, 1949



Cow Horn Chair, 1952



Shell Chair, 1963

Silla escultórica también apodada como "*The Smiling Chair*". Las tres patas de madera multilaminada proporcionan una absoluta estabilidad, además logra un efecto de ligereza flotante debido a la *forma de ala* de su asiento y al arque de sus patas cónicas. Diseñado en 1963, se produjeron algunas series limitadas en aquel momento. La silla fue relanzada en 1997.

Madera con tapicería en tela o cuero. Altura del asiento 35 cm.

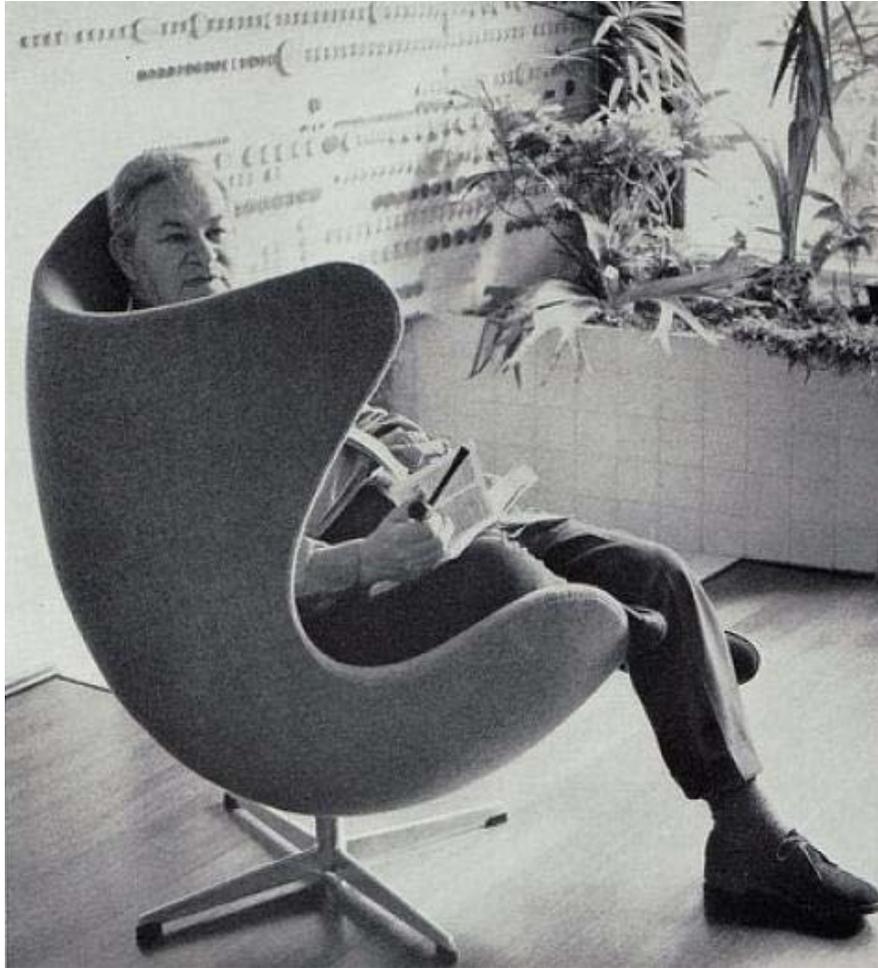


Peacock Chair, 1947

El exagerado respaldo curvo y elevado crea la imagen única de esta silla. Wegner investigó y experimentó con la madera e identificó las cualidades de este material para el diseño dando lugar a esta pieza icónica y sumamente popular. La estructura característica de la silla Peacock combina un asiento estable y cómodo y una apariencia artística que encaja en cualquier interior.

Arne Jacobsen, Dinamarca, (1902 - 1971)

Arquitecto y diseñador industrial. Nació en Copenhague y tras estudiar cuatro años en una escuela de construcción, entró en la Facultad de Arquitectura de la Real Academia de Bellas Artes.



3107 Chair - "Nr. 7", 1955

Jacobsen es conocido por esta silla, también llamada "Silla Número 7", de la que se vendieron más de 5 millones de copias.

Madera multilaminada, tubos de acero, acoples plásticos.





Egg Chair, 1958

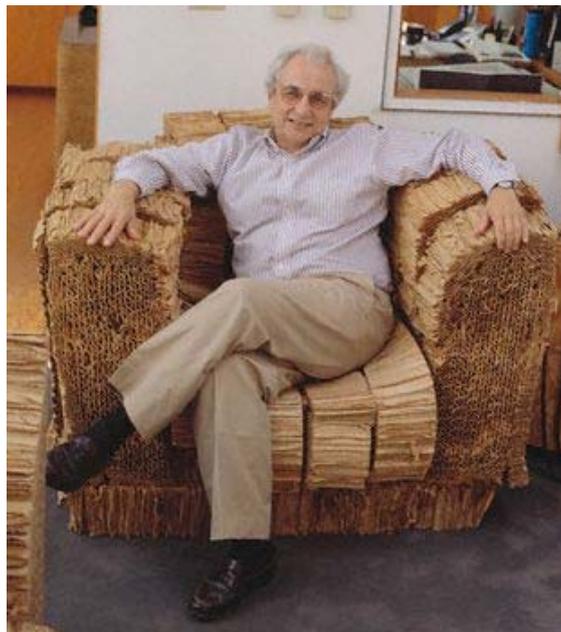
La silla Egg es moldeada en plástico con la idea de que, a partir de una sola pieza cóncava, se resuelva el asiento, el respaldo y los apoyabrazos. Nunca fue producida masivamente y el recubrimiento de la estructura, se hacía manualmente, trabajo que no podía hacer cualquier empresa. Hasta hoy, la producción no supera los 10 ejemplares por semana. La figura en forma de huevo es sostenida por una estructura metálica, que permite un leve balanceado de la silla. Para hacer más cómodo el diseño, se añade en el asiento, un almohadón casi plano.

Frank O. Gehry, Canadá, Estados Unidos, (1929)

Arquitecto de los Ángeles, Postgrado en Harvard, Diseñador del museo Guggenheim de Bilbao.

Muy original, con un vocabulario y estilo únicos. Ganador del Premio Pritzker en 1989. Pionero en los tempranos 90s del uso de software aplicado al diseño y construcción de sus complejas formas.

En muebles recurre a la yuxtaposición de materiales baratos para crear composiciones surrealistas para muebles de corta duración. Pero se volvieron muebles de alto costo. Sus muebles son en cartón prensado y, construcción laminada.





Easy Edges, (1969-1973)

Iniciado en el año 1969, el diseño de mobiliario es un "desliz" de su práctica arquitectónica. Su realización es relativamente inmediata y de bajo costo. Demuestran su preocupación fundamental por el manejo de materiales básicos de una forma poco convencional para producir objetos que son funcionales además de visualmente contundentes.

Gehry privilegió la simplicidad del cartón corrugado, un material frecuentemente empleado en sus maquetas de arquitectura. Luego de descubrir que las láminas individuales de cartón obtenían una fuerza considerable dispuestas en capas, comenzó a manipular las hojas simples transformándolas en agraciadas y curvilíneas sillas y mesas. Con un revestimiento de chapa de madera dura aplicada en las superficies planas, el mueble se hacía infinitamente duradero.



Bent Wood Chairs, (1989-1992)

Jorge Pensi, Buenos Aires, Argentina, (1946)

Estudió arquitectura en su ciudad natal. Al terminar sus estudios, ya había empezado a diseñar muebles en su estudio de interiorismo. En 1975 deja Argentina, se establece en Barcelona. En 1977, junto a otros diseñadores y teóricos funda el “Grupo Berenguer”. En 1984, Jorge Pensi crea su propio estudio de diseño. A partir de 1993, desempeña cargos docentes en las escuelas Eina y Elisava, así como en la Academia de Bellas Artes de Stuttgart, entre otros.

Hoy trabaja como diseñador de productos y como arquitecto para empresas internacionales, habiendo obtenido numerosos premios y reconocimientos, entre ellos el Premio Nacional de Diseño en 1997 (España).



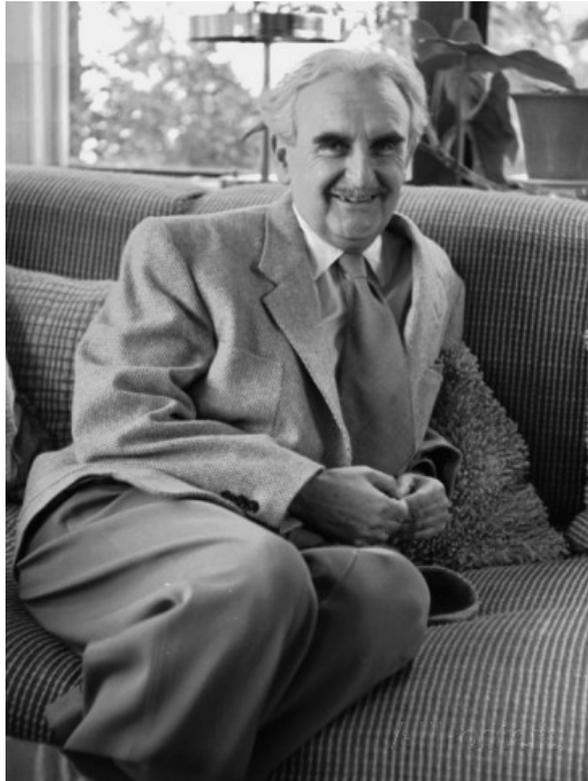
Silla Toledo, 1988

Es uno de sus primeros trabajos, fue condecorada en varias ocasiones, es ya un clásico y un símbolo del diseño español.

Inyectada en aluminio y complementada con tubería en el mismo material, recuerda una armadura de caballero medieval, de ahí su nombre de la ciudad famosa por sus utensilios de acero forjado.

Richard Josef Neutra, Austria, Viena (1892-1970)

Fue un arquitecto austriaco, nacionalizado posteriormente norteamericano, considerado uno de los arquitectos más importantes del Movimiento Moderno. Estudió arquitectura en la Universidad Técnica de Viena y asistió también a clases en la escuela de construcción de Adolf Loos, uno de los arquitectos que más respetaba. En 1912 conoció a Rudolf Schindler, un arquitecto con el que forjaría amistad. Alrededor de 1925 Neutra se mudó a California, para trabajar en el estudio de Schindler. Se instaló definitivamente en Los Ángeles, donde abrió su propio despacho en 1926. Comenzó a diseñar unos proyectos que incorporaban criterios novedosos, como la estructura de hormigón armado y refuerzos metálicos en las ventanas.



Cantiliever Chair, 1930



Boomerang Chair, 1942

Oscar Niemeyer, Río de Janeiro, Brasil (1907 –2012)

Arquitecto, seguidor y gran promotor de las ideas de Le Corbusier, es considerado uno de los personajes más influyentes de la arquitectura moderna internacional. Fue pionero en la exploración de las posibilidades constructivas y plásticas del hormigón armado.

Dentro de sus principales proyectos arquitectónicos destaca la construcción de Brasilia como nueva capital de su país durante los años 1960. Niemeyer fue el principal responsable de algunos icónicos edificios públicos de la ciudad, como el Congreso Nacional de Brasil, la Catedral de Brasilia, el Palacio de Planalto y el Palacio da Alvorada. Fue también uno de los principales responsables del equipo que diseñó la Sede de la Organización de las Naciones Unidas en Nueva York.



Lounge chair, SESC hotel, 1990.



Lounge chair '72, 1972



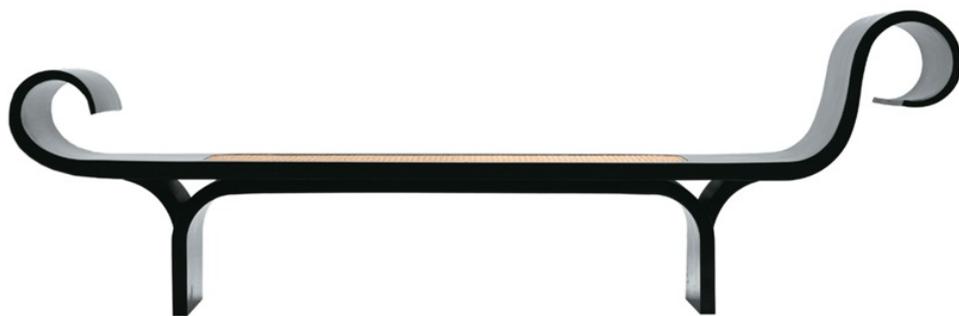
Chaise Longue Rio, 1978

Diseñada en colaboración con su hija Anna Maria Niemeyer, la Chaise Longue Rio es una muestra de su fascinación por las formas curvas y sinuosas.

Para su diseño, el arquitecto se inspiró en la naturaleza y el paisaje de su país natal, Brasil, y su ciudad de infancia, Río de Janeiro, por la cual le puso su nombre.

Fabricada en madera laminada, la estructura consiste en tres elementos curvados, de los cuales uno funciona como el punto de equilibrio de la silla y los otros dos, que se atornillan al elemento central, sirven de apoyo para el respaldo y el asiento.

Sobre esta estructura se tensa un tejido de mimbre que conforma el asiento. Además tiene un cojín cilíndrico tapizado en cuero que sirve de apoyacabezas y es regulable en su altura.



Marquesa Bench, 1974

Rudolf Michael Schindler, Viena, Austria, (1887-1953)

Fue un arquitecto estadounidense de origen austríaco, que trabajó principalmente en Los Ángeles a mediados del siglo XX.

Se le asocia a menudo con los principios del Movimiento Moderno en arquitectura, ya que estudió y trabajó con varios de los maestros de este estilo. Sin embargo, el uso que hizo de la complejidad espacial, los materiales cálidos y los contrastes cromáticos, le alejan de la ortodoxia del estilo internacional y dan un carácter original a sus obras. Su obra no tuvo mucha publicidad durante su vida, pero a partir de los años 1980 se empezó a recuperar su legado.



Unit Chair, 1935



Dining Chair, 1945



Sling Chair, (Silla de madera y tela tensada), 1948

Tadao Ando, Japón, (1941).

Nació en Osaka y adquirió conocimientos de arquitectura de forma autodidacta, leyendo y viajando por Europa, África y los Estados Unidos. En su juventud fue boxeador amateur, colgando luego los guantes para dedicarse a la arquitectura. Contrario a la mayoría de los arquitectos de hoy en día, Ando no recibió formación en escuelas de arquitectura. En lugar de ello, su aprendizaje fue autodidáctico y proviene de la lectura y de viajes por África, Europa y Estados Unidos, así como de un minucioso estudio de la arquitectura tradicional japonesa en Kioto y Nara. "Cuando vi la luz proveniente del óculo del Panteón en Roma, supe que quería ser arquitecto"





Dream Chair, diseñada en honor a Hans J. Wegner, 2012



A-CHAIR 510



A-CHAIR 511

Verner Panton, Copenhague, Dinamarca (1926-1998)

Diseñador industrial y arquitecto danés considerado como uno de los más influyentes del diseño de mobiliario de fines del siglo XX. Durante su carrera ha creado una variedad de diseños innovadores y futuristas, especialmente construidos en plástico y con colores brillantes.

Verner asistió a la Escuela Técnica de Odense y luego estudió arquitectura en la Real Academia de Bellas Artes de Copenhague (Det Kongelige Danske Kunstakademi) donde se recibió en 1951. En los primeros años de su carrera, entre 1950 y 1952, trabajó en el estudio de arquitectura de Arne Jacobsen. En 1955 abrió su propio estudio de arquitectura y diseño. A fines de la década de 1950 sus diseños de sillas sin patas ni respaldo discernible se hicieron cada vez menos convencionales.



Cone Chair, 1958



Heart Chair, 1959



Bachelor Chair, 1955



Relaxer Chair, 1974



The Panton Chair, 1967



Verner Panton junto al equipo Vitra, 1966

Verner Panton dedicó muchos años pensando en cómo producir una silla de plástico moldeado en una sola pieza. En colaboración con Vitra, trabajó en los primeros prototipos en los años 1960 y la Panton Chair entró en producción en serie a partir de 1967. A diferencia de la Panton Chair barata estándar de plástico sólido, la Panton Chair Classic está hecha de plástico expandido rígido y tiene una superficie laqueada. La silla Panton es reconocida como un clásico del diseño de mobiliario moderno: uno de los primeros modelos pertenece al Museo de Arte Moderno de Nueva York.

Santiago Calatrava, España, (1951) Arquitecto, ingeniero y escultor. Desde los ocho años estudió en la Escuela de Bellas Artes donde comenzó formalmente su preparación como dibujante y pintor. En 1969 inició la carrera de Arquitectura en la Universidad Politécnica de Valencia, donde se graduó en 1973 y realizó un curso de posgrado en urbanismo, siendo discípulo del eminente arquitecto conense Juan Carlos Jiménez. A continuación, Calatrava, que se interesaba por las grandes obras de los maestros clásicos y que deseaba ampliar su formación, se trasladó en 1975 a Zúrich, donde estudió durante cuatro años ingeniería civil en el Instituto Federal de Tecnología, (ETHZ, por sus iniciales en alemán) en el cual se graduó con un doctorado en Ciencias Técnicas con la tesis *Acerca de la plegabilidad de las estructuras* y ejerció asimismo la actividad docente en 1979.

Le fue concedido el Premio Nacional de Arquitectura del Ministerio de Vivienda correspondiente al año 2005 por su dilatada y prestigiosa carrera profesional.



Silla para el teatro Tabouretli en Basel Suiza, 1986

Gio Ponti, Italia, (1891- 1979)

Fue uno de los arquitectos, diseñadores industriales, artistas y publicistas italianos más importantes del siglo XX.

Su obra más sobresaliente es el rascacielos "Pirelli", la antigua sede de la firma homónima por la cual fue construido entre 1956 y 1961. Actualmente es la sede de la "Regione Lombardia". Está ubicado en Milán a lado de la estación Central del ferrocarril. En el continente americano destacan la Villa Planchart (1953-1957) en Caracas, Venezuela y el Denver Art Museum (1970-1971) de Denver, Colorado, EUA.



Wood and Steel Chair, 1951



Bureau Chair, 1936



Rocking Armchair, 1950



Chair with Ottoman, 1950



Superleggera N° 699, 1951

Ponti mismo describe esta silla como la "silla normal", la verdadera silla, desprovista de adjetivos. Con ella, el arquitecto siguió su propio estándar de mantener las cosas a su mínima expresión. El interés de Ponti en formas clásicas encuentra su expresión en ella, tal como lo hace en sus edificios. Ponti tomó prestado el concepto de "Superleggera" (súper ligera) a partir de una serie de sillas simples y tradicionales que se han producido desde el siglo XIX, en una planta cerca de la aldea de pescadores de Liguria de Chiavari.



Lounge Chair, Villa Arreaza, 1954



Dining Chair, Villa Arreaza, 1954

Albert Frey, Suiza, (1903-1998)

Fue un prolífico arquitecto que creó un estilo de arquitectura moderna centrada en Palm Springs, California, que llegó a ser conocido como "el modernismo desierto". Nacido en Zurich, Frey recibió su diploma de arquitecto en 1924 en el Instituto de Tecnología en Winterthur, Suiza. Frey estudió la construcción tradicional y recibió instrucción técnica en lugar de la instrucción de diseño en el estilo Beaux-Arts entonces popular. Antes de recibir su diploma, Frey fue aprendiz del arquitecto AJ Arter en Zurich y trabajó en la construcción durante sus vacaciones escolares.



Side Chair, "Frey House I", 1940



Pair of Benches / Ottomans, 1949

Erich Mendelsohn, Polonia, (1887-1953)

Fue un reconocido arquitecto del siglo XX, máximo exponente de la arquitectura expresionista.

Nació en Allenstein, hoy Olsztyn. Estudió ciencias económicas en la Universidad de Múnich antes de decantarse por la arquitectura en 1908. Comenzó sus estudios en la Universidad Técnica de Berlín, aunque regresaría a Múnich para graduarse cum laude en 1912. Durante su etapa de estudiante, aprendió de maestros como Theodor Fisher, con influencias neoclásicas y del Jugendstil, en particular de Joseph Maria Olbrich y de Van de Velde. Por otro lado también entraría en contacto con grupos de artistas expresionistas. En todo caso siempre existió un arquitecto al que Mendelsohn veneró de forma especial, el estadounidense Frank Lloyd Wright, de quien fue amigo personal.



'Haus Leist' Armchair, 1932



SS-64 Chair, 1930

Adolf Loos, Austria, (1870 -1933)

Arquitecto. Cursó estudios en la Escuela Profesional de Reichenberg y en la Politécnica de Dresden. En la ciudad de Chicago trabajó como albañil, entarimador y delineante. Posteriormente realizó obras en diversos países de Europa, tales como Austria, Francia y en Viena comienza a ejercer como arquitecto municipal, trabajando en el Ministerio de Vivienda.



Café Museum Chair, 1899

Elegancia, nostalgia y color. Estos son los tres conceptos ideales que inspiraron esta silla diseñada por Adolf Loos para el Café Museum de Viena (1898). Al igual que un organismo vivo, la silla es una perfecta armonía de todos sus componentes: Las patas - ocho elementos que se fusionan como una sola, el respaldo curvo de una sola pieza de madera sin articulaciones para formar también las patas traseras; truncando arcos entre las patas, poniendo énfasis en la estructura del asiento, esto garantizaba la estabilidad sólida a través de balances cuidadosos.



Café Capua Chairs, 1913



"Knieschwimmer" Lounge Chair, 1906

Zaha Hadid, Arabia Saudí, Bagdad (1950)

Es una prominente arquitecta anglo iraquí, procedente de la corriente del deconstructivismo. A pesar de ser de nacionalidad iraquí, la mayor parte de su vida la ha pasado en Londres, donde se ubica su estudio de arquitectura. La obra arquitectónica de Zaha Hadid ha sido reconocida en diversas ocasiones con premios de rango internacional entre ellos el Premio Pritzker, tratándose de la primera mujer que consigue este galardón.



Z-Chair, para Sawaya & Moroni, 2011



Kuki Chair, 2013

Ricardo Blanco, Buenos Aires, Argentina, (1940)

Es un reconocido arquitecto y diseñador industrial argentino. En su carrera ha alcanzado un protagonismo tal, que lo ha llevado a proyectarse internacionalmente como uno de los principales referentes del diseño argentino. Es famoso por sus diseños de mobiliario, particularmente, ha creado una innumerable cantidad de sillas y sillones, todas con un diseño innovador y transgresor.



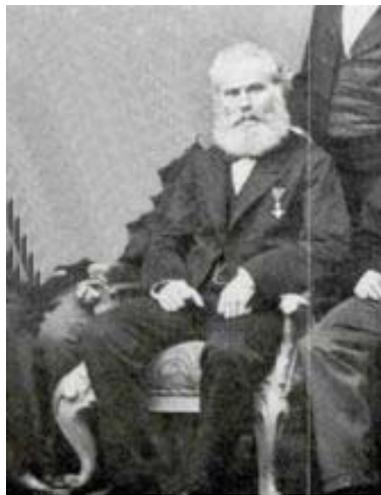
Silla Plaka, 1972

Construida a partir de una única pieza de madera laminada que, al plegarla, se convierte en una plancha delgada. Útil y versátil.

Cabe destacar la importancia de algunos personajes en la historia del mobiliario, los cuales no eran arquitectos, pero su inquietud por el diseño dio respuesta a estos objetos de manera ejemplar, por ello es que hago una reseña de los mas significativos a mi criterio.

Michael Thonet, Alemania, (1796 – 1871)

Constructor y pionero en el diseño de muebles, creador de las técnicas del curvado de madera. Desde 1830 experimentó nuevas técnicas para laminar y curvar la madera a fin de obtener formas que evitaran los costosos sistemas de modelado a base de cincel y de uniones mediante ensamblajes. Adquirió más independencia adquiriendo una fábrica de pegamentos para sus diseños.



Schaukel-Fauteuil No. 1, Silla Mecedora, 1860

Una obra maestra de la artesanía, la primera silla mecedora en el mundo que ha sido fabricada a partir de madera curvada. Hoy en día, la silla mecedora N ° 1 es parte de la historia de los muebles modernos y se puede encontrar en museos de todo el mundo.



Silla Thonet N°14, 1859

Fruto de la amplia experimentación con alabeado de madera realizado a finales de la década de 1850, es la silla más famosa realizada por la compañía Thonet. También conocida como Bistro o silla Thonet (en honor a su creador), fue diseñada por él mismo Michael Thonet usando una única tecnología de doblado al vapor. Está hecha de seis piezas de madera curvada al vapor, diez tornillos y dos tuercas. Las partes de madera fueron hechas con listones de madera de haya calentados a 100 °C, prensadas en moldes de hierro fundido y dejándolas secar a una temperatura de alrededor de 70 °C durante 20 horas. Las sillas pueden ser producidas en masa por trabajadores no cualificados y desensamblada para ahorrar espacio durante el transporte. Este diseño obtuvo una medalla de oro cuando fue mostrada en Exposición Mundial de París de 1867.



Otros modelos de Thonet



Albert Einstein

Koloman Moser, Viena, Austria, (1868-1918)

Fue un artista austriaco que ejerció considerable influencia en el arte gráfico de principios del siglo XX, además de ser uno de los más destacados artistas de la Secesión de Viena



**Beech and Cane
Armchair, 1901**

Diseñada para el Sanatorio Purkersdorf. Líneas sencillas y contundentes, con carácter y motivos geométricos a modo de tablero de ajedrez. Las varillas de madera que la componen le dan características de liviandad y transparencia.

Finn Juhl, Dinamarca, (1912-1989)

Finn Juhl es una de las figuras de mayor relevancia del diseño danés y está considerado como el creador de la "Danish Modern" en la América de los años 40. Estudió arquitectura en la Real Academia de Bellas Artes de Copenhague y trabajó posteriormente para Vilhelm Luritzen donde diseñó, entre otros, gran parte del mobiliario de Radio Dinamarca. A pesar de haber completado su formación con prestigiosos arquitectos, Finn Juhl siempre afirmó que en todo lo referente al diseño de mobiliario era un autodidacta.



Egyptian Chair, 1949



BO59, 1946



Pelikan Armchair, 1940

El sillón Pelicano de Finn Juhl es un diseño único que revela el gran interés de Juhl por la escultura y el arte contemporáneos. Las curvas del respaldo y del reposabrazos proporcionan una gran comodidad y dotan a esta pieza de una apariencia inusual y original. Finn Juhl creó esta pieza en 1940 exagerando las características del clásico sillón orejero

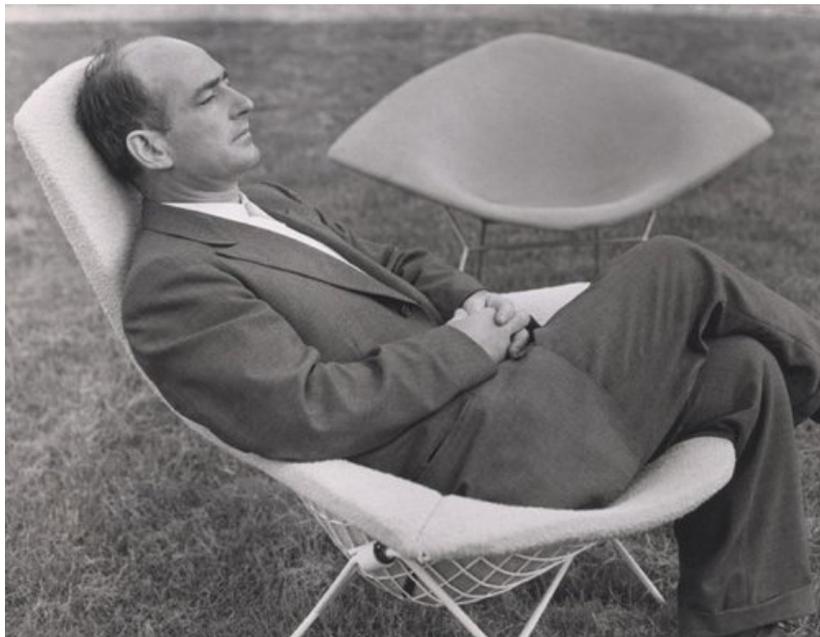
Harry Bertoia, Italia, (1915-1978)

Escultor, profesor universitario y diseñador de muebles. Estudioso de la forma y enriquecedor del diseño de mobiliario, con la introducción de un nuevo material, convirtió las barras industriales de alambre en un icono del diseño.

Educado en la Escuela Técnica Superior de Detroit, la Escuela de Artes de Detroit y Oficios y la Academia de Arte Cranbrook en Bloomfield Hills, Michigan, enseñó artes del metal en Cranbrook. Sus premios incluyen la medalla de la artesanía del Instituto Americano de Arquitectos, así como la Medalla de Oro del AIA.

En 1950 experimenta el arte de doblar barras de metal, dando como producto una reverenciada colección de sillas.

Bertoia, "Si nos fijamos en esas sillas, son principalmente de aire, como la escultura. El espacio pasa a través de ellas".





421LU, Diamond Chair, 1952



420C, Bertoia Chair, 1952

Innovadoras, cómodas y sorprendentemente hermosas, su apariencia de delicada filigrana contrasta con su resistencia y durabilidad.
Base hierro cromado. Asiento y respaldo de varillas de hierro soldadas en molde y cromadas. Altura del asiento 46 cm.

Fuentes:

Recopilación de datos en los sitios de internet nombrados posteriormente, junto con textos elaborados por el autor del Trabajo Final de Carrera.

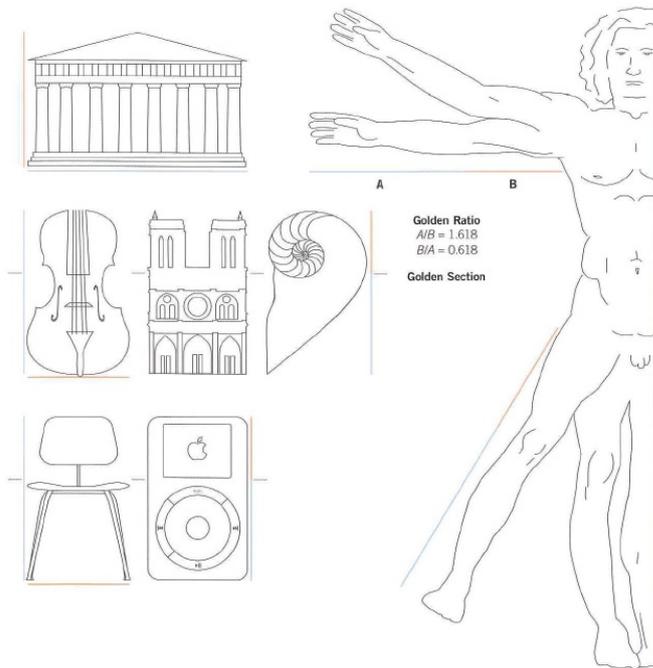
<http://www.wikipedia.org>
<http://www.cassina.com>
<http://www.homeportfolio.com>
<http://www.dwr.com/>
<http://www.kartell.it/>
<http://www.moma.org>
<http://www.plataformaarquitectura.cl>
<http://www.dexigner.com>

Bibliografía:

1000 chairs - Charlotte & Peter Fiell – Taschen
Collecting Design - Adam Lindemann - Taschen

Capítulo 2

Proporción Áurea: Hombre - Arte - Arquitectura



Fuente:
<http://tasarimprensipleri.blogspot.com.ar/2013/03/47-altm-oran.html>

2.1 La Proporción Áurea

El alma se siente empavorecida y tiembla a la vista de lo bello, porque siente que evoca en sí misma algo que no ha adquirido a través de los sentidos sino que siempre había estado depositado allí dentro en una región profundamente inconsciente.
Fedro, Platón

Uno de los más grandes misterios del universo es el hecho de que no sea un misterio. Somos capaces de entender y predecir su funcionamiento hasta el punto que si un hombre normal de la Edad Media fuese transportado a nuestros días pensaría que éramos magos. La razón de que hayamos tenido tanto éxito en desvelar el funcionamiento interno del universo es que hemos descubierto el lenguaje en el que parece estar escrito el libro de la naturaleza.
John D. Barrow

Estos textos, elaborados en momentos distintos y con finalidades distintas, son fruto de la fascinación por las formas geométricas; fascinación a la que no es ajena la estética, porque estas formas producen «de un modo completamente directo, la sensación de algo muy bello, que no requiere justificación ni explicación alguna». Las formas geométricas son formas activas, orgánicas, acumulativas; son configuraciones con capacidad organizativa que provocan, que mueven a la imaginación. Son formas fundamentales que están presentes en todos los tiempos, en todas las artes y son comunes a todas las

civilizaciones. Ahora bien: ¿por qué la geometría? ¿Por qué las propiedades matemáticas del triángulo, del círculo, del cuadrado, de la esfera, del dodecaedro... se ajustan tan excelentemente a toda una serie de conceptos filosóficos y teológicos? ¿Son las formas geométricas únicamente una creación instrumental de la mente humana para comprender el mundo o también existen fuera de ella?

La Divina proporción

La división de un todo en distintas partes, el establecer relaciones matemáticas en un edificio, es intuitivo en la arquitectura vernácula. Desde los tiempos antiguos el perfeccionamiento de la arquitectura depende del establecimiento de interrelaciones armónicas dentro de un mismo edificio, las obras que consideramos maestras presentan una cadena de proporciones afines entre ellas. De entre los diversos sistemas proporcionales hay uno que ha jugado un papel muy destacado, la Sección Áurea: 1/1,618. Al encontrarse este número proporcional entre las formas animales y vegetales nos acerca a la naturaleza... La proporción es lo que puede purificar la arquitectura con la armonía matemática del pasado y reconciliarla con la naturaleza.

Steven Holl

Conexión cultural y modernidad

Una de las operaciones más sencillas que existen para afrontar el tema de la proporción consiste en dividir un segmento de línea de la forma asimétrica más simple:

a) Dado el segmento AB, se sitúa sobre BF, perpendicular a AB, un segmento BD = AB/2, y se une A con D. Con un compás, tomando como centro D, se obtiene DE = DB. Después tomando como centro A, se traza el arco de círculo EC, siendo C el punto buscado. La longitud AB se ha dividido en dos partes iguales de forma que la mayor es a la menor como la suma de las dos es a la mayor.

$$AC/CB = AB/AC$$

$$a/b = (a + b)/a$$

Esta proporción, que corresponde a la partición más simple de una magnitud en dos partes desiguales o partición más lógica, es lo que Euclides en el libro VI, proposición 30, de los Elementos, plantea como «dividir una recta dada en extrema y media razón», y define así al inicio del mismo libro «Se dice que una recta está dividida en extrema y media razón, cuando la totalidad del segmento es al segmento mayor como el segmento mayor es al menor».

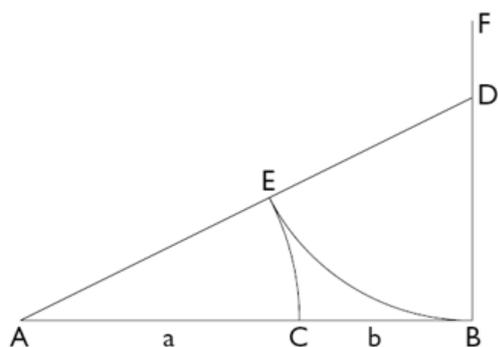


Figura 1

Cuando la totalidad del segmento constituye la unidad, la longitud del segmento mayor es 0,618 y la del segmento menor es 0,382.

Hay otra manera sencilla de encontrar esta proporción utilizando regla y compás, y que no parte de la totalidad del segmento sino del segmento mayor:

b) Dado el segmento AC, construir el cuadrado ACDE, buscar el punto medio h del lado AC, unir h con D. Con h como centro, trazar desde D, el arco de círculo que haga intersección con la prolongación de AC, con lo que se obtiene el punto B. Tenemos que: $AC/CB = AB/AC$ $a/b = a + b/a$

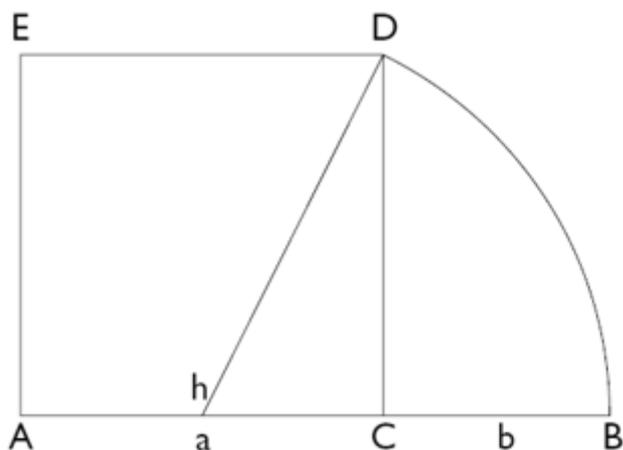


Figura 2

La relación a/b resultante de la «división de una recta en media y extrema razón» ha recibido diferentes denominaciones en el transcurso del tiempo, pero las definitivas le fueron otorgadas en el Renacimiento. Luca Pacioli la calificó como Divina Proporción en su obra *De Divina Proportione*, publicada en Venecia en 1509, en la que justifica tal denominación en base a las correspondencias que encuentra entre esta proporción y la divinidad misma.

Destaca cinco:

1. Ella es una y nada más que una y no es posible asignarle otras especies ni diferencias.
2. Así como in divinis hay una misma sustancia entre tres personas, Padre, Hijo y Espíritu Santo, de la misma manera una misma proporción de esta suerte siempre se encontrará entre tres términos.
3. Dios, propiamente, no se puede definir ni puede ser entendido por nosotros con palabras; de igual manera esta proporción no puede jamás determinarse con número inteligible ni expresarse con cantidad racional alguna sino que siempre es oculta y secreta y los matemáticos la llaman irracional.
4. Así como Dios jamás puede cambiar y es todo en todo, y está todo en todas partes, esta proporción es siempre la misma e invariable y de ninguna manera puede cambiarse.
5. Finalmente, así como Dios confiere al ser la virtud celeste, por ella a los cuatro elementos y a través de ellos a la naturaleza, esta proporción da el ser formal, aquí Pacioli cita a Platón y a su diálogo *Timeo*, al cielo mismo, atribuyéndole la figura del dodecaedro, sólido compuesto por doce caras pentagonales que no es posible formar sin la divina proporción.

Según Pacioli, Leonardo da Vinci fue el ilustrador De Divina Proportione, y es precisamente a él a quien se atribuye la otra denominación con que es conocida esta proporción: sectio aurea (sección áurea) de donde provienen los nombres de Sección de Oro, Golden Section, Goldene Schnitt, Section d'Or, etc.

La sección áurea, que corresponde a la relación a/b, también puede ser expresada por el número que de ella resulta, un número irracional cuyo valor aproximado en fracciones decimales es:

1,61803398875...

o, más simplemente,

1,618 = número de oro

Veamos su construcción gráfica:

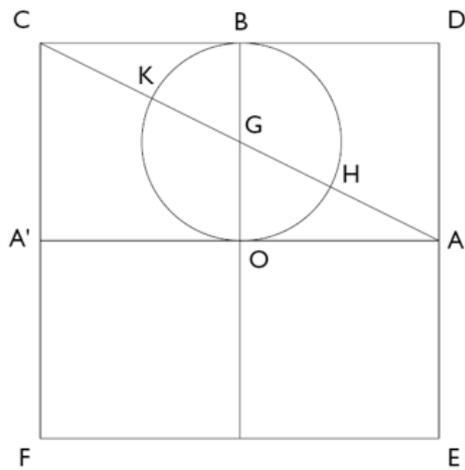


Figura 3

El cuadrado CDEF tiene el lado = 2 en relación a los ejes $OA = OB = 1$. La diagonal $AC = a$ la diagonal del doble cuadrado $CDAA' = \sqrt{5}$, porque según el teorema de Pitágoras:

$$AC^2 = AA'^2 + A'C^2$$

$$AC^2 = 2^2 + 1^2 = 5$$

$$AC = \sqrt{5}$$

El punto G donde la diagonal AC corta el eje OB, da: $AG = GC = \sqrt{5}/2$

Desde el punto G, centro de OB, trazamos el círculo y tenemos que los radios

$$GO = GB = OB/2 = 1/2$$

El círculo corta la diagonal en dos puntos H y K de tal manera que

$$GK = GH = 1/2$$

Por tanto:

$$AK = AG + GK = \sqrt{5}/2 + 1/2 = \sqrt{5} + 1/2 = 1,618 = \Phi$$

La letra griega Φ fue sugerida por Mark Barr y W. Schooling en los anexos matemáticos del libro de Theodore Cook *The Curves of Life* para nombrar el número de oro, por ser la letra inicial de Fidias. El número de oro presenta una serie de características que lo convierten en un número realmente único. Matila Ghyka ha demostrado todas sus propiedades aritméticas y algebraicas, y afirma que «esta razón aparece como una invariante logística que procede del cálculo de relaciones y clases del que Peano, Bertrand Russell y Couturat han demostrado que se puede deducir toda la matemática pura partiendo del principio de identidad».

La serie Φ es una progresión geométrica cuya razón es Φ con la siguiente propiedad: un término cualquiera de la serie es igual a la suma de los dos precedentes:

$$1, \Phi, \Phi^1, \Phi^2, \dots \Phi^n, \dots$$

La principal consecuencia práctica de esta propiedad es que partiendo de sus términos consecutivos se puede construir la serie ascendente o descendente de los otros mediante adiciones o sustracciones.

Se trata de una serie multiplicativa y aditiva a la vez, es decir, participa simultáneamente de la naturaleza de una progresión geométrica y de otra aritmética.

El cuadrado es especialmente interesante: el número de oro se eleva al cuadrado sumándole la unidad:

$$\Phi^2 = \Phi + 1$$

Propiedad que resulta notable desde el punto de vista aritmético:

$$\Phi = 1,618$$

en lugar de multiplicar:

$$\Phi^2 = 1,618 \times 1,618$$

es suficiente escribir:

$$\Phi^2 = \Phi + 1 = 2,618.$$

Suponiendo desconocido el valor de Φ , éste podría ser hallado a partir de la igualdad

$$\Phi^2 = \Phi + 1$$

Se trataría de encontrar un número tal que fuese sobrepasado por su cuadrado en una unidad; dicho de otra manera, consistirá en resolver la ecuación

$$x^2 = x + 1$$

o

$$x^2 - x - 1 = 0$$

cuyas raíces son, como hemos visto anteriormente

$$x = \sqrt{5} + 1/2 = 1,618$$

$$x_1 = \sqrt{5} - 1/2 = 0,618$$

Pero es más notable aún desde el punto de vista algebraico, pues permite convertir las expresiones de Φ en un binomio de primer grado.

Si se divide por Φ la expresión

$$\Phi^2 = \Phi + 1$$

se obtiene

$$\Phi = 1 + 1/\Phi$$

$$1/\Phi = \Phi - 1 = 0,618$$

De lo que se deduce que la elevación al cuadrado del número de oro le añade la unidad y su inversa se la suprime. Si

$$\Phi^2 = \Phi + 1$$

las potencias sucesivas de Φ se podrán escribir

$$\Phi^3 = \Phi^2 + \Phi$$

o

$$\Phi^3 = \Phi + 1 + \Phi = 2\Phi + 1$$

con lo que resulta, por tanto, un binomio de primer grado. Y, para

$$\Phi^4 = \Phi^3 + \Phi^2$$

sustituyendo tendremos

$$\Phi^4 = 3\Phi + 2$$

Y esto se repetirá sucesivamente. Esta propiedad se formula algebraicamente así:

$$\Phi^n = u_n \Phi + u_{(n-1)}$$

siendo u el término general de la serie de Fibonacci:

$$\Phi = 1 \Phi$$

$$\Phi^2 = 1 \Phi + 1$$

$$\Phi^3 = 2 \Phi + 1$$

$$\Phi^4 = 3 \Phi + 2$$

$$\Phi^5 = 5 \Phi + 3$$

$$\Phi^6 = 8 \Phi + 5, \text{ etc.}$$

Una construcción geométrica muy sencilla permite representar sobre una misma línea recta la serie Φ (potencias positivas y negativas):

Tomando como unidad el segmento AB de la recta x, desde el punto B se traza la perpendicular BC = 1/2 AB; pasando por C se traza la recta Ay.

Con C como centro y CE como radio se señala el arco BG; con A como centro y AG como radio trazar el arco GD. Se eleva desde el punto D la perpendicular DH; con H como centro y HD como radio, se señala el arco OK, y con A como centro y AK como radio, el arco KE. Se traza la perpendicular EL.

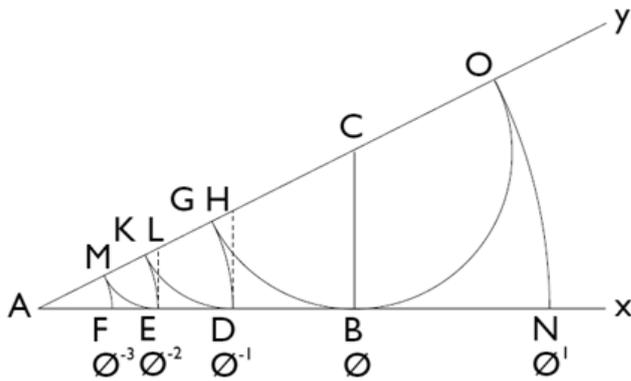


Figura 4

Mediante el mismo método, se traza el arco EM, después el arco MF y así sucesivamente. Si

$$AB = 1$$

resulta que

$$AD = 1/\Phi \text{ ó } \Phi - 1$$

$$AE = \Phi - 2$$

$$AF = \Phi - 3$$

La construcción de potencias positivas es igualmente sencilla: con C como centro y CE como radio se traza el arco BO; después, con A como centro y AO como radio, el arco ON, con lo que se determina el punto N. Resulta que: $AC = \sqrt{5}/2$, que $CO = 1/2$, y que $AN = AO = AC + CO = \sqrt{5} + 1/2 = \Phi$. Si se sigue el mismo procedimiento, se pueden trazar sobre el prolongamiento de Ax las longitudes correspondientes a Φ^2 , Φ^3 , y sucesivas.

Una propiedad característica del número de oro es que, además de introducir la asimetría, introduce una continuidad al infinito, facultad de repetirse indefinidamente, lo que le convierte, en palabras de Matila Ghyka, en «el más interesante de los números algebraicos inconmensurables».

Esta facultad se demuestra también en las propiedades geométricas de la sección áurea. Si, siguiendo el esquema inicial de «la división de una recta en media y extrema razón», trazamos el correspondiente rectángulo áureo, tendremos:

Un rectángulo en el cual se establecen las relaciones $AE/EB = AB/AE = \Phi$, y nos encontraremos con un primer ejemplo de recurrencia formal.

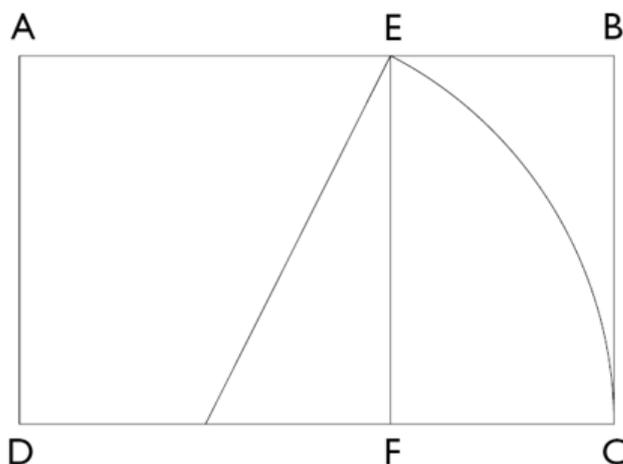


Figura 5

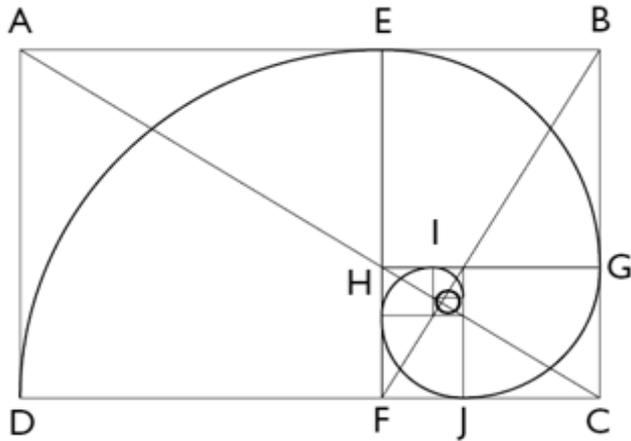


Figura 7

Esta propiedad peculiar de la espiral logarítmica, que no comparte con ninguna otra curva matemática, corresponde al principio biológico que rige el crecimiento de la concha del molusco: ésta crece a lo largo y a lo ancho para adaptarse al crecimiento del animal pero permanece siempre homotética.

Según D'Arcy Thompson, «la existencia de esta relación de crecimiento constante, de esta forma constante, constituye la esencia de la espiral equiangular y puede ser considerada como la base de su definición». Espirales como ésta han existido en la naturaleza desde hace millones de años. Es posible que éste sea el origen de la seducción que su belleza ejerce a la mirada humana. Theodore Cook ha estudiado la presencia de la espiral en la botánica, tanto en lo que se refiere al perfil de una planta o de sus diferentes partes, como en el análisis matemático de los diagramas de crecimiento y la disposición de las hojas y los granos; también los ha estudiado en los organismos animales, en los cuernos de los antílopes y las cabras... y observa que una progresión geométrica como la serie 0 se puede considerar como el esquema numérico de las pulsiones radiales de una espiral. «Toda espiral evoca una ley de crecimiento» afirma Ghyka, viendo en ello la causa del motivo de la espiral aplicado al arte o como detalle arquitectónico.

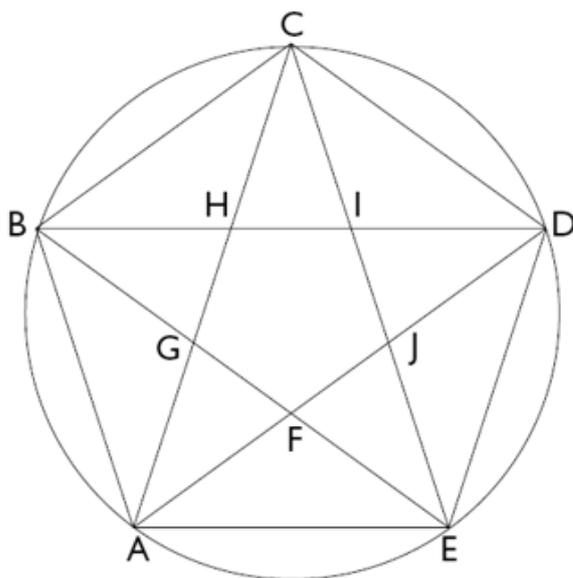


Figura 8

Pero el número de oro participa también en la construcción de otra figura geométrica, el pentágono, que subtiende esquemáticamente la morfología de los organismos vivos basados en la simetría dinámica pentagonal. La diferencia esencial entre la naturaleza orgánica y la inorgánica se debe al hecho de que mientras la inorgánica se inclina por el equilibrio perfecto inerte y sus estructuras están regidas por la simetría hexagonal estática, la orgánica en cambio, regida dinámicamente por su simetría pentagonal, introduce una pulsación en progresión geométrica que transcribe el crecimiento analógico u homotético.

La figura representa un pentágono regular convexo (de lado AB) y un pentágono regular estrellado (de lado AC), ambos inscritos en el mismo círculo. Se demuestra que $AC / AB = AB / AG = AG / GH = \Phi$. Es decir, la relación entre el lado del pentágono estrellado (o de la diagonal del pentágono convexo), y el lado del pentágono convexo, es igual al número de oro. También el pentagrama completo está formado por cinco triángulos isósceles sublimes (denominados así cuando el ángulo en el vértice es igual a 36°). Puesto que conocían las propiedades de esta figura en relación con la razón Φ , los pitagóricos otorgaron al pentágono, especialmente al pentagrama, un lugar preferente entre las otras figuras planas y lo convirtieron en emblema simbólico por excelencia de la salud y la vida: el 5, simétrico respecto a la unidad central y asimétrico por impar, es el resultado de la suma del primer par y del primer impar, siendo 2 el primer número femenino y 3 el primer número masculino (de ahí que algunas veces se le denominara matrimonio).

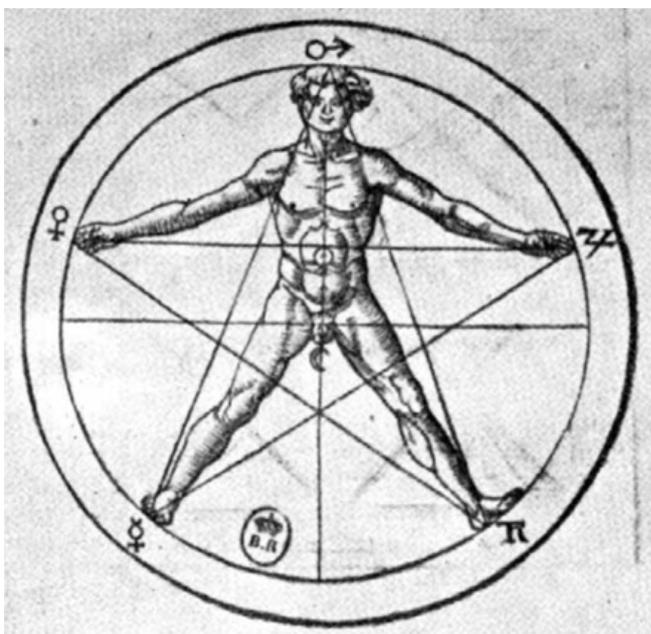


Figura 9

Por eso el pentagrama o pentalfa fue escogido como una contraseña de reconocimiento entre los integrantes de la secta pitagórica y también como símbolo universal de perfección, de belleza y amor. Cábala y alquimia, Medioevo y Renacimiento, tuvieron en el pentagrama el símbolo del microcosmos, el hombre físico y astral, perfectamente ajustado a la imagen del macrocosmos como dodecaedro, pues este sólido, con sus doce caras pentagonales aludiendo a los doce signos del zodiaco, fue designado por Platón en el Timeo como símbolo del Universo. He aquí la representación del hombre-microcosmos-pentágono de Henri Corneille-Agrippa, consejero e historiógrafo del emperador Carlos V, tal como aparece en su tratado *De Occulta Philosophia* (1533), en

el capítulo dedicado a la «Proporción, Medida y Armonía del Cuerpo humano», que se inicia con estas palabras:

Puesto que el Hombre es obra de dios, la más bella, la más perfecta, su imagen, y compendio del mundo universal, es llamado por ello el pequeño mundo, y por consiguiente encierra en su composición más completa, en su armonía... todos los números, las medidas, los pesos, los movimientos...

El pentagrama, estrella de cinco puntas, es, aún hoy en día, un emblema reconocido mundialmente.

Pero hay otra figura relevante que aparece en el interior del pentágono.

La crónica explica que en tiempos de los griegos se construyó una maravillosa «taza de oro» compuesta de una copa y su pie. No se explica cuál era su perfil sino sólo que si se dibuja un pentágono convexo regular ABCDE y se trazan las diagonales BE, BD, EC, la parte sombreada da la armadura esquemática de la taza.

Matila Ghyka se hace eco de esta ley de la taza de oro que habría sido enunciada en Egipto y Babilonia y, recogida en Bizancio por los cruzados, habría sido utilizada por arquitectos y plateros de Occidente.

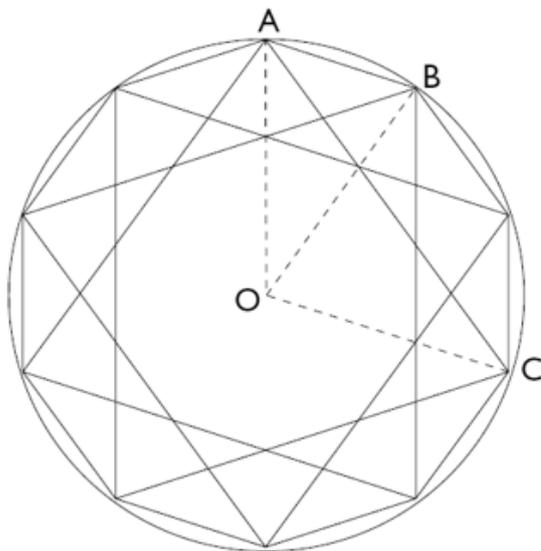


Figura 10

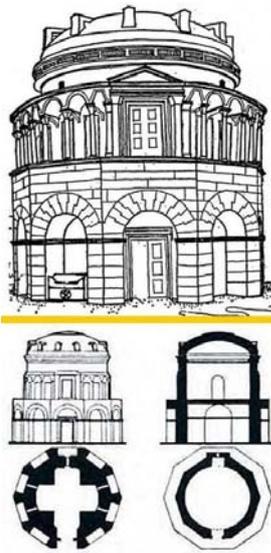
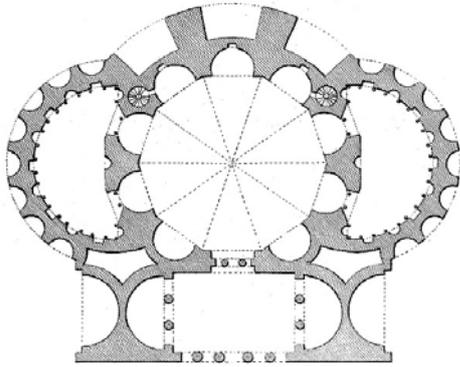
En cuanto al decágono regular, una figura emparentada con el pentágono, la presencia de Φ se encuentra en la relación entre su lado y el radio, así como entre el lado del decágono estrellado y el radio correspondiente.

Es decir:

$$AC/OA = OA/AB = \Phi$$

Pentágono y decágono han sido los dos polígonos regulares más utilizados en la arquitectura; por ejemplo, el pentágono ha conformado muchos rosetones del gótico, mientras que el decágono ha sido utilizado en los trazados de templos como el de

Minerva Médica, en Roma , o el Mausoleo de Teodorico, en Rávena.



* * *

Después de haber analizado, muy sumariamente, las propiedades matemáticas de la sección áurea, se puede comprender mejor la admiración que siempre ha despertado. Se trata de una razón, un invariante algebraico, que nace de una operación muy sencilla: una progresión geométrica con unas características formales que la convierten en paradigma de la recurrencia, de la identidad en la variedad. Su presencia es constante en biología: el número de oro es un símbolo de la pulsación de crecimiento, un atributo por excelencia de la forma viva.

Las correspondencias que señala Pacioli son menciones de las propiedades matemáticas de esta proporción, desde la inexistencia de solución racional aritmética, de ahí su categoría de irracional e incommensurable, hasta la presencia implícita en la construcción del pentágono. Por eso, es extremadamente importante el calificativo de «divina»: no se trata sólo de un síntoma, de la conclusión lógica resultante del saber renacentista, sino que supone el reconocimiento explícito de la larga tradición que desde sus orígenes ha rodeado a esta proporción y, por eso mismo, su futura revalidación.

Fuente:
La divina proporción. Bonell, Carmen. EDICIONS UPC

2.2

Fortuna histórica de la divina proporción

En los Elementos de Euclides, la obra en la que toda la matemática empírica contenida en las observaciones de babilonios y egipcios adquiere su carácter teórico y especulativo, es donde se encuentra la primera fuente documental importante sobre la sección áurea.

Euclides dedicó una veintena de proposiciones de cuatro libros de los Elementos a la «división de una recta en media y extrema razón», lo que atestigua de entrada el favor que le otorga. En el libro II, proposición 11 y en el libro VI, proposición 30, practica la sección con dos métodos diferentes; en el libro IV, proposiciones 10-14, la aplica a la construcción de un triángulo isósceles y al pentágono regular; en el libro XIII, que trata de los cinco sólidos regulares inscribibles en una esfera, dedica 12 proposiciones al enunciado y demostración de ciertas propiedades de sus segmentos y los aplica a la construcción de los poliedros y a la comparación de sus aristas.

En cuanto a la fortuna pre-euclidiana del problema, se supone iniciada con lo que se cree que fue su descubrimiento empírico, probablemente en la época prehistórica. Esta creencia se basa en la necesidad, para resolver problemas prácticos, de la división de un círculo en x partes iguales y, más precisamente, en la división por cinco, número que preside tanto el cuerpo humano como, por ejemplo, muchas variantes de flores en la naturaleza. De ahí a la construcción del pentágono regular convexo o estrellado, con el que se presenta la sección áurea bajo la mirada, seguramente atónita, del hombre primitivo, sólo hay un trazo. Y si se tiene en cuenta la comprobación, enunciada por Zeising, de que (como dato estadístico medio) el ombligo divide el cuerpo humano adulto según la razón Φ , se puede explicar mejor la presencia de la sección áurea, o más bien de las figuras geométricas ligadas al número de oro, en las obras de arte, tanto pintura, escultura como arquitectura, de este amplio período que abarca desde la pintura neolítica hasta Grecia. Pero en Grecia comienza propiamente la historia del número de oro. En cuanto a las fuentes de Euclides, Paul-Henri Michel establece dos tipos:

1. las fuentes directas, fundamentalmente Eudoxo y Teeteto, las cuales se insertan entre las escuelas matemáticas anteriores a Platón, básicamente pitagóricas, y la escuela de Alejandría; y
2. las fuentes más antiguas que, tratándose de la prehistoria del número de oro, forzosamente han de ser conjeturas más prudentes: éstas son, más que fuentes, pruebas de la antigüedad del tema que se basan en el lugar que ocupa el problema de la «división de una recta en media y extrema razón» en los Elementos y en la manera como es tratado. Y se basan, también, en las aplicaciones que se hacen en el libro IV y en el libro XIII. En síntesis, todas ellas permitirían afirmar que en la época de Platón el problema ya era antiguo, y que, como mínimo, era parte integrante del fondo de la matemática pitagórica.

Efectivamente, sus cualidades como sección implícita en el pentágono estrellado, así como el hecho de ser un número irracional, atrajeron la atención, la admiración y la veneración de los pitagóricos, que consideraron al pentagrama o pentalfa como su contraseña, guardando como un magno secreto su construcción. Desde entonces, si no viene de más lejos, crece una leyenda que atribuye a la sección áurea un valor místico y un interés estético.

En 1920, Jay Hambidge publicaba un estudio sobre el vaso griego en el que constataba la utilización de los rectángulos «dinámicos» y sus múltiples divisiones armónicas, *dynamic symmetry*, como un método para establecer relaciones de áreas en el dibujo y la composición.

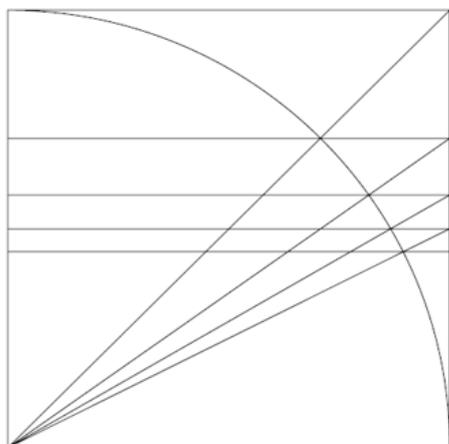


Figura 11

Hambidge distinguía dos tipos de rectángulos: aquellos de módulo n en que n es un número entero o fraccionario, que denominaba «estáticos», y aquellos otros en que n es un número irracional que puede construirse gráficamente, a los $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{4} = 2$, $\sqrt{5}$. Tanto el cuadrado como el doble cuadrado pertenecen a los dos tipos. A partir de ahí, Hambidge demostraba que los rectángulos «dinámicos» eran el fundamento de los métodos compositivos del arte griego. Un poco más tarde, en 1924, ampliaba este análisis al Partenón y a otros templos griegos, señalando el papel que los trazados geométricos ligados a la sección áurea jugaban en la arquitectura del siglo V a. C. Véase a la derecha la generación de los rectángulos «dinámicos» a partir del cuadrado en las dos versiones de Hambidge.

Después de Eudoxo y Euclides, el estudio de los problemas relativos a la sección áurea fue continuado entre otros por Hispidles; sin embargo, fue a partir de las traducciones de los *Elementos* realizadas por los árabes cuando alcanzó una amplia difusión.

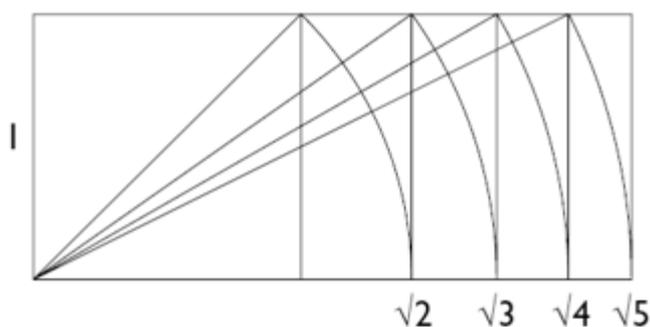


Figura 12

Por otra parte, la tradición pitagórica, en lo que se refiere a la teoría de los números, nos fue legada por medio de los tratados de Nicómaco de Gerasa, un pitagórico del siglo I a. C.; una gran parte de su tratado sobre aritmología y mística del número fue compilado por Jámblico en el siglo IV y traducido por Boecio un siglo más tarde, traducción que ejerció una gran influencia durante toda la Edad Media.

En el siglo XII destaca la figura de Leonardo de Pisa, llamado Fibonacci, autor de un importante tratado, el Liber Abad, donde entre otros problemas teóricos y prácticos aparece una serie de números, la sucesión de Fibonacci, en la que cada término es igual a la suma de los dos precedentes, propiedad aditiva que comparte con la serie Φ , con la que le unen otros lazos pues la razón entre dos de sus términos consecutivos tiende hacia un límite que es precisamente Φ . En el siglo XIII, el famoso álbum de croquis de Villard d'Honnecourt, que más que plantear problemas especulativos propone recetas prácticas, utiliza el pentagrama como trazado directriz tanto para la cabeza y el cuerpo humano como para animales o plantas, al tiempo que su autor recuerda a quien quiera obrar convenientemente que la geometría de las formas es absolutamente imprescindible.

El primer traductor latino y comentador de Euclides fue Johannes Campanus, de Novara, nacido a finales del siglo XIII. Su traducción a partir de una versión árabe, aunque terminada en 1354, se imprimió en Venecia en 1482. Entre otros numerosos fragmentos que hacen referencia a la sección áurea, se suele citar un pasaje que figura en esta traducción: «proportionem habentem medium duoque extrema». A partir de la obra de Campanus de Novara, se multiplican las ediciones de los Elementos en latín a lo largo del siglo XVI, mientras que en el siglo siguiente comienzan a aparecer ya las ediciones vulgares.

Pero ...en el siglo XVI es especialmente relevante la figura de Luca Pacioli, autor de la Summa de Arithmetica, Geometria, Proportioni et Proportionalita impresa en Venecia en 1494; y la ya citada De Divina Proportione, escrita en la corte de Ludovico el Moro, tratando «questione de secretissima scientia».

En De Divina Proportione, destacan de forma predominante las concepciones místicas, pitagóricas y platónicas, en torno a las virtudes de la sección áurea. Después de unos primeros capítulos de dedicatoria al duque, pasa a especificar el «título que conviene al presente tratado»: aquí es donde describe las cinco correspondencias, anteriormente citadas, que hacen a esta proporción parecida al mismo Dios. El capítulo sexto trata de la «digna alabanza» de la divina proporción y escribe: «Esta nuestra proporción, oh excelso Duque, es tan digna de prerrogativa y excelencia como la que más, con respecto a su infinita potencia, puesto que sin su conocimiento muchísimas cosas muy dignas de admiración, ni en filosofía ni en otra ciencia alguna, podrían venir a luz. Y, ciertamente, esto le es concedido como don por la invariable naturaleza de los principios superiores, según dice nuestro gran filósofo Campano, famosísimo matemático, a propósito de la décima del decimocuarto, máxime cuando se ve que ella hace armonizar sólidos tan diversos, ya por tamaño, ya por multitud de bases, y también por sus figuras y formas, con cierta irracional sinfonía, según se comprenderá de nuestras explicaciones, y presenta los estupendos efectos de una línea dividida según esa proporción, efectos que verdaderamente deben llamarse no naturales sino divinos». Los capítulos 7-23 tratan de los efectos de la sección áurea. Los que van del 24 al 47 tratan de los cinco cuerpos regulares, de la imposibilidad de que haya más, de la proporción de sus superficies y de la inserción de unos en otros. En los capítulos que siguen, 48-70, se analizan los cuerpos dependientes de los regulares, el cuerpo esférico, los cuerpos oblongos y, en el último capítulo, se explica qué quieren decir algunos vocablos utilizados por los matemáticos. Una segunda parte trata sobre la medida y proporciones del cuerpo humano, simulacro de la arquitectura, ya que «como dice nuestro Vitrubio, tenemos que dar proporción a todo edificio a semejanza de todo el cuerpo que está bien proporcionado con respecto a sus miembros»; y, por tanto, Pacioli explicará a continuación algunas normas aplicables a las proporciones de edificios. La tercera parte es el Libellus de quinque corporibus regularibus que, según comentario de la época recogido por Vasari, era atribuido a Piero

della Francesca y habría sido plagiado por Pacioli. Julius Schlosser desmiente esta versión argumentando que «como máximo se trata de un trabajo en común de los dos autores».

De Divina Proportione trata, en definitiva, cuestiones que afectan a uno de los temas considerados en el Renacimiento del más alto interés, no sólo en relación a la matemática sino a las ciencias en general e, incluso, a la propia concepción del universo: la teoría de la proporción, tema que, por otra parte, Pacioli había tratado ya en la Summa. Un aspecto destaca en la obra de Pacioli, y es haber atribuido a la proporción aquel significado más general y filosófico que Platón recogió de los pitagóricos y transmitió en algunos Diálogos y especialmente en el Timeo. Por eso, Pacioli puede establecer correspondencias analógicas entre la divinidad y la sección áurea, porque también él se sitúa en el seno de una tradición en la que la matemática es considerada la ciencia de los principios superiores, a la vez sagrada y trascendente, la raíz del espíritu científico que rastrea el camino de la filosofía, y abarca la totalidad del conocimiento. Por eso también, Pacioli contó con una colaboración especial, la de Leonardo da Vinci. Respecto a este punto, para algunos biógrafos de Leonardo está claro que no sólo realizó las ilustraciones del texto sino que incluso participó en la redacción. De esta opinión es Kenneth Clark, que escribe: «(Pacioli) llegó a Milán en 1496 y sabemos por los cuadernos de Leonardo que los dos hombres intimaron muy pronto. Hacia 1497 estaban colaborando en De Divina Proportione. Podemos notar la influencia de Leonardo en algunas partes del texto, y no hay duda de que dibujó las figuras que ilustran la edición de 1509: Pacioli lo dice expresamente en más de una ocasión. Estas figuras son letras mayúsculas ejecutadas a base de un sistema de proporción, y una serie de cuerpos más elaborados de sólidos geométricos. El hecho de que Leonardo dedicase tanto tiempo a esos dibujos abstractos es una prueba de la forma en que sus dotes creativas estaban dominadas por su intelecto. Al hablar de la arquitectura de Leonardo, indicaba yo que resultaba extraño cómo siendo toscano parecía carecer del sentido de la armonía abstracta. Sin embargo, Pacioli, que había conocido a Piero della Francesca, nunca se cansa de alabar la habilidad de Leonardo. Mientras que para Piero della Francesca la proporción era una función del espíritu, para Leonardo era una función de la inteligencia».

Parece que también Durero estuvo en contacto con Pacioli durante su segundo viaje a Italia. En el primero había conocido a Jacopo de Barbari, pintor veneciano que retrató a Pacioli explicando la geometría de Euclides al archiduque de Urbino, rodeado del compás y la regla, un transportador y un dodecaedro, mientras en el ángulo izquierdo del cuadro flota suspendido en el aire un sólido geométrico transparente. Sabemos por el propio testimonio de Durero que Barbari fue el instigador de una investigación que duraría toda su vida: el secreto de las proporciones del cuerpo humano: «Jacopo no quería indicarme abiertamente sus relaciones, eso lo vi claro. Me hizo ver un hombre y una mujer que había realizado a partir de unas ciertas medidas. En aquella época que hubiera gustado menos ver reinos desconocidos que conocer sus teorías». Después, durante su segunda estancia en Venecia, Barbari dio a Durero una carta de presentación para visitar a Pacioli, que entonces enseñaba matemáticas en Bolonia; ésta es la opinión de Georges Jouven, quien escribe: «Conocemos bien el carácter particular de las matemáticas de Pacioli di Borgo para suponer lo que enseñó a Durero; le habló sin duda de las proporciones del Timeo, y particularmente de la Divina Proporción sobre la que iba a publicar su obra cuatro años más tarde». En la última carta desde Venecia, Durero escribe a Willibald Pirckheimer: «Después cabalgaré hasta Bolonia, por compromisos artísticos; en esta ciudad un hombre me enseñará los secretos de la perspectiva».

Panofsky, en su obra sobre Durero, no menciona la visita a Pacioli y sólo asegura que

«se ha dicho que hizo un viaje especial a Bolonia para que le enseñaran «el arte secreto» de la perspectiva». Pero Jouven, que ha analizado el grabado de 1514 Melencolia I, ha comprobado la presencia de la sección áurea en su composición.

Kepler, en su obra «sobre la maravillosa proporción de los orbes celestes y sobre las causas genuinas y verdaderas del número, magnitud y movimientos periódicos de los cielos, demostrado mediante los cinco sólidos geométricos regulares» que se publicó en 1596, se refiere a la sección áurea como «uno de los tesoros» que hay en la geometría, siendo el otro «la razón de la hipotenusa al lado en el rectángulo», y en una nota en la que reitera la infinita utilidad y el gran valor de estos dos teoremas hace una distinción entre ellos comparando el primero a una «joya» y el segundo a «una masa de oro». Posteriormente, según Ghyka, la divina proporción «fue completamente olvidada hasta el momento de ser nuevamente descubierta y puesta de relieve como principio morfológico directriz por el alemán Zeising (hacia 1850)». Paul-Henri Michel, en cambio, opina que el olvido de la sección áurea es más aparente que real y se explicaría por el rápido progreso de las ciencias exactas; en todo caso se habría salvado definitivamente como parte del tesoro euclidiano, pues los Elementos continuaron siendo estudiados y comentados, y se sucedieron las ediciones vulgares: Michel cita la última en Francia, la de Peyrard, París 1816-1818.

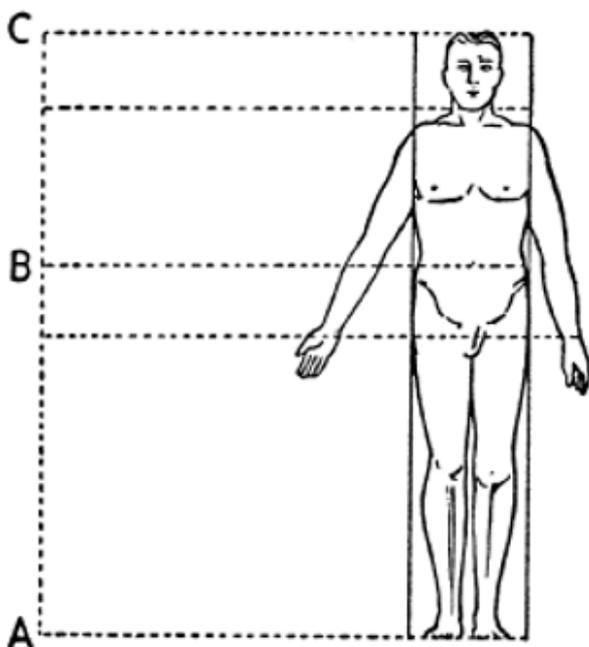


Figura 13

Diagrama de M. Ghyka que ilustra las teorías antropométricas de A. Zeising

En 1854 Adolf Zeising publica *Neue Lehre von den Proportionem* y, en 1855, *Aesthetische Forschungen* investigaciones estéticas en las que destaca las cualidades de la sección áurea y por ella explica ciertos fenómenos de la naturaleza, las plantas, las proporciones del cuerpo humano, de algunas especies de animales, y ciertos aspectos de la belleza del arte, algunos templos griegos, e incluso la música. Seguramente, es a Zeising a quien hay que atribuir el desvelamiento de un código de las proporciones (*Proportional Gesetz*) que, enfatizando el papel de la sección áurea y sus virtudes, genera una corriente de pensamiento que se materializa en una amplia bibliografía sobre el tema.

En este aspecto, es fundamental la aportación de Hermann Graf en su *Bibliographie*

zum Problem der Proportionem que deja constancia de ello, en especial en lo que se refiere a Alemania. Desde 1845, en que se publica la obra de Zeising, hasta 1914 en que se publica la obra de Theodore Cook, se editan sólo en Alemania unas doce obras sobre la sección áurea, destacando en esta corriente las teorías de Theodor Fechner, uno de los fundadores de la psicofísica y representante de la estética experimental, quien realizó en 1876 una serie de ensayos en los que aplicaba los métodos experimentales a la estética: uno de ellos consistía en hacer escoger a un grupo de personas entre una gama de rectángulos más o menos alargados el que les gustase más: el rectángulo que obtuvo mayor preferencia fue aquel cuyos lados se relacionaban entre sí como $34/21$, lo que es igual a $1,619\dots$, cifra próxima al número de oro, con lo que se demostró el efecto directo de su impresión estética. Estos ensayos fueron continuados por Witmar en 1894, por Lalo en 1908 y por Thorndike en 1917, con resultados muy próximos a los de Fechner.

Si para los comentadores de los Elementos de Euclides la sección áurea no representaba más que una solución geométrica de una ecuación, lo que caracteriza el retorno del número de oro en el siglo XIX es el hecho de reivindicarlo desde sus fuentes pre-euclidianas, desde el pitagorismo, para despertar su espíritu y descubrir nuevamente los principios de la naturaleza y del arte. Es así como desde el inicio del nuevo siglo se suceden una serie ininterrumpida de análisis; mientras unas obras presentan las cualidades del número de oro, otras lo aplican al estudio de la zoología y la botánica, por ejemplo, la ya citada *The Curves of Life* de Theodore Cook; otras, finalmente, intentan aclarar los procedimientos compositivos del arte de los clásicos: entre éstas cabe recordar las obras citadas de Hambidge, la de Caskey, que utiliza el método de Hambidge, y las de Macody Lund, y Ernest Moessel.

También en los ambientes artísticos, desde finales del siglo XIX, se renueva el interés por la sección áurea.

En el último tercio del siglo XIX, el artista francés Georges Seurat, iniciador de una corriente artística que él denominaba cromo-luninarismo o divisionismo pero que recibió el nombre histórico de neoimpresionismo, quiso superar las tentativas empíricas de los impresionistas y, al mismo tiempo, liberar a la materia cromática de toda contingencia anecdótica y pintoresca. Este ideal encontró una inmejorable asistencia en el carácter científico de la época: los tratados de Chevreul, Sutter, Blanc, Rood y Henry, le proporcionaron los argumentos para crear una regla cromática y estética basada en las leyes que gobiernan la luz y el color en el mundo físico. El convencimiento de Seurat de que el arte no tiene por objeto reproducir cosas sino expresarlas mediante el lenguaje que le es propio fue lo que le hizo investigar las claves de este lenguaje; para hacerlo se respaldó en la cultura científica de su tiempo: dividió el tono en sus componentes elementales y los organizó sobre la tela basándose en reglas fijas. Igualmente dividió el espacio en unidades elementales: líneas verticales, horizontales, diagonales, organizándolas en un conjunto solidario, una estructura. Pero en esta estructura ya no contaba la relación entre interior y exterior, entre el cuadro y las apariencias fenoménicas, sino únicamente la relación interna de las unidades citadas. Y ahí tenía un papel fundamental la composición. En su obra, realizada en el breve periodo que va de 1881 a 1891, utilizó diferentes sistemas de composición. Respetó la simetría, tan estimada por los grandes clásicos especialmente por arquitectos como Philibert Delorme, Jules Hardouin-Mansart, Jacques-Ange Gabriel, Claude-Nicolas Ledoux... Un eje central divide verticalmente la superficie en dos partes iguales. Muchas veces el eje es sólo aproximado, afirmándose al dibujar el elemento que ocupa el lugar central, aunque en otras ocasiones el centro queda vacío y la simetría es contrapuesta a través de masas laterales. En general, Seurat utiliza dos tipos de composición, la geométrica y la

armónica. La primera se determina por la separación a través de un eje central de las partes laterales que, a su vez, se ordenan a partir de ejes secundarios. La composición armónica es una figura geométrica cuyo dibujo coincide con las líneas principales. Seurat divide los laterales de sus cuadros en «media y extrema razón» creando proporciones armónicas o secciones áureas, como lo ha querido demostrar, entre otros autores, L. Hautecoeur, al analizar las líneas compositivas de algunas obras de Seurat.



Figura 14

Le Chahut. Análisis compositivo de L. Hautecoeur

Por ejemplo, en *Le Chahut*, considera en primer lugar los dos ejes AB y CD que dividen la tela simétricamente vertical y horizontalmente; a continuación, las divisiones según la sección áurea: EF, GH, IJ y KL; las líneas de los rectángulos secundarios ST, UV, MN, OP; finalmente, las diagonales GJ, AL, IL, CH, que dan las inclinaciones de las cabezas de los bailarines, del movimiento de las piernas, y la dirección del mástil del contrabajo. Por su parte, M. Marlais ha analizado la relación entre Seurat y sus compañeros de L'École des Beaux-Arts de París, Aman-Jean y Seon, muy influenciados por Puvis de Chavannes quien, afirma, construía su obra según la sección áurea. Con su estética y su técnica, Seurat quiso extraer del impresionismo ciertas conclusiones; éstas no sólo le superaron sino que contribuyeron a sentar las bases de movimientos posteriores como el Cubismo o el Purismo.

A principios del siglo XX, un grupo de artistas reivindicarán clamorosamente la sección áurea. En octubre de 1912 se inaugura en la Galerie La Boétie de París una exposición que ha sido reconocida como la principal manifestación y la última de la vanguardia en Francia antes de la I Guerra Mundial: La Section d'Or. En ella se presentaban obras de Gleizes, Metzinger, Lhote, Duchamp, Duchamp-Villon, La Fresnaye, Marcoussis, Archipenko, Laurencin, Picabia Henri Valensi, Kupka, Villon, Léger, Gris... (pero no figuraba ninguna de Picasso o de Braque). Aunque para el público, la prensa y buena parte de la crítica, ésta era otra exposición «cubista», los organizadores enfatizaron el nombre de la exposición con la publicación de un primer, y único, número del Bulletin de la Section d'Or. ¿Por qué precisamente esta divisa? Su promotor fue Jacques Villon y así lo corroboró años más tarde en una conversación con Dora Vallier: «De entrada,

reclamo la paternidad de este título. En 1912, nuestras telas reunidas en una galería de la rue La Boétie formaron la primera exposición de la Section d'Or. En nuestras conversaciones hablábamos mucho de la organización de la tela. La idea de que una tela debía ser razonada antes de ser pintada había calado hondo en nosotros. No sabíamos nada del problema de la sección de oro en las concepciones de los antiguos griegos. Yo había leído el Tratado de la Pintura de Leonardo y había visto la importancia que le daba. Pero fue sobre todo hablando como fijamos nuestras ideas sin saturarnos demasiado de ciencia». Es importante el contexto de estas declaraciones de Villon puesto que, al evocar la formación de La Section d'Or, destacaba aquello que les definía y a la vez les separaba del cubismo. En realidad, Cubismo y Section d'Or habían partido de una premisa común: la insatisfacción frente a los medios de expresión plástica que los impulsaba a una búsqueda infatigable pero de direcciones opuestas; porque todo aquello que para Picasso era sólo pura literatura, «las matemáticas, la trigonometría, la química, el psicoanálisis, la música», eran argumentos que, aún en un estadio intuitivo, nutrían las conversaciones y discusiones del grupo de artistas que se reunían en el taller suburbano de Villon, en Puteaux. Y marcan las distancias entre el cubismo de la práctica pura de Picasso y Braque del de quienes a pesar de ser denominados cubistas formaron La Section d'Or; éstos se inclinaban por una reflexión teórica, especialmente orientada hacia la recuperación del principio de armonía perfecta de la forma, con la introducción del concepto de proporción en la estructuración de la tela. Éste era en realidad un grupo de heterodoxos para quienes el cubismo no era tanto un estilo coherente que compartían sin vacilaciones como un potente estímulo para la génesis de una teoría estética. Y la clave de su intencionalidad está en la divisa que los agrupa, una referencia ineludible a la relación aritmética y geométrica que más ha intrigado desde la antigüedad.

Richard V. West, que ha analizado la historia de La Section d'Or, ha reconocido a Paul Sérusier como un antecedente de las teorías que habrían tenido un efecto inmediato en las ideas de los artistas de este grupo. Efectivamente, Sérusier, un miembro del grupo de Pont-Aven, escribió ABC de la Peinture (en 1909, aunque se publicó en 1921) tratando básicamente de aquel lenguaje universal sin el cual, dice el autor, no existe la obra de arte: el lenguaje que se afirma en la ciencia de los números y cuya aplicación práctica es la geometría. Sérusier era profesor en la academia Ranson, donde estudiaron muchos artistas, entre ellos Roger de la Fresnaye. Estuvo vinculado con el Père Pierre Lenz, fundador de una escuela de arte religioso en el monasterio benedictino de Beuron en Alemania, el enlace entre las teorías estéticas alemanas sobre las propiedades de las proporciones y el propio Sérusier, quien, después de visitar la escuela en 1895, tradujo al francés el libro de Lenz y lo publicó en París en 1905 con una introducción de Maurice Denis.

Una idea esencial de Lenz era que los principios matemáticos simbolizaban y reflejaban el orden divino del cosmos, idea que Sérusier retomaría posteriormente en su propio libro al escribir:

Orner une surface, c'est en souligner les bonnes proportions. Si celles-ci ne sont point bonnes, l'ornement ne sert qu'à les dissimuler; ce n'est plus que du camouflage, c'est-à-dire une tromperie, un mensonge. J'appelle bonnes proportions les proportions sur lesquelles est construit le monde extérieur, y compris notre corps; ce sont celles qui reposent sur les nombres premiers les plus simples, leurs produits, leurs carrés et leurs racines carrées .

Sérusier destaca a continuación la coupe d'or ou section d'or (las relaciones de los lados del pentágono regular y del pentágono estrellado inscrito), considerada «desde la más remota antigüedad como la más bella. Su fórmula es $\sqrt{5} + 1/2$, que da aproximadamente

1,6180339...»

En octubre de 1919, Archipenko, Gleizes y Surrage fundaron una segunda Section d'Or con el fin de dar a conocer las obras de artistas innovadores de cualquier nacionalidad. Su comité estaba formado por Archipenko, Braque, Gleizes, Férat, Léger, Marcoussis y Surrage. La sede estaba instalada en el 229 del boulevard Raspail en París. En marzo de 1920 realizaron la primera exposición en la Galerie La Boétie.

En este punto, podemos incluir una cuestión que, en lo que atañe a los artistas contemporáneos, se ha considerado controvertida: ¿Utilizaron los artistas de la Section d'Or la sección áurea como proporción geométrica en la composición de sus cuadros? Villon fue absolutamente categórico:

Comme au Moyen Age on faisait une prière avant de commencer à peindre, ainsi je m'appuie sur la section d'or pour avoir une assurance première.

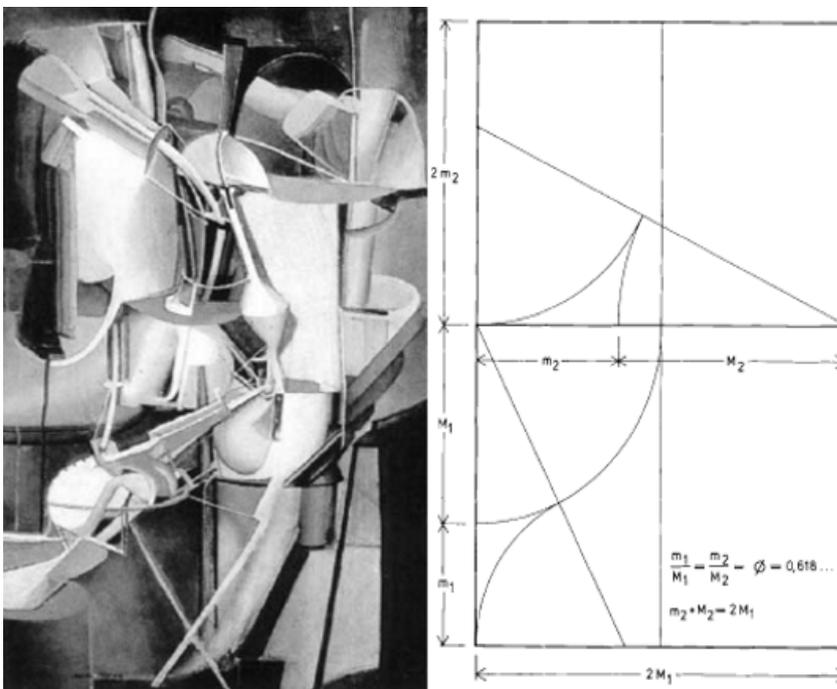
Otros dos comentarios del propio Villon podrían explicar un hipotético porqué:

Je sais bien que l'art est un jeu, je sais bien qu'il est périssable, mais j'aime tout de même aller jusqu'au bout de la création.

J'ai peur du hasard.

Frente al proceder modesto de Villon, encontramos la actitud siempre distanciada e irónica de Marcel Duchamp que, de entrada, anuncia que participará en la exposición de La Section d'Or con una obra titulada precisamente Section d'Or; obra que no presentó sino que expuso Mariée, realizada aquel mismo año y cuyas medidas eran 89 x 55 cm., cifras que divididas dan como resultado 1,618... el número de oro.

Ulf Linde ha trazado un esquema de las proporciones del Grand Verre de Duchamp, que prueba el uso de la sección áurea en las dos partes en que se divide la composición. Pero el interés de Duchamp en la aplicación de la sección áurea o su insistencia en el uso de la perspectiva podría no ser tan significativo si no tuviésemos referencias de su método de trabajo.



Izq. M. Duchamp, Mariée, 1912, der: Trazado según la sección áurea del Grand Verre, de U. Linde.

En este sentido hay un documento curioso, raro: se trata de los apuntes manuscritos para una novela, nunca acabada, de Henri-Pierre Roché sobre Duchamp, de quien fue gran amigo y confabulador desde que Roché desembarcó en Nueva York en 1916. Entre los apuntes de la novela, que debía titularse Victor, el personaje de Duchamp, hay un capítulo dedicado al Grand Verre y otro sobre su actividad: «Victor trabaja lentamente, como desinteresado, dos horas. Es su dosis. Con un compás y una regla, traza una curva de caracol: no quiere que su gusto ni ninguna habilidad de su mano intervengan, le horroriza, pide ayuda a la geometría y a las matemáticas para aferrarse a un absoluto». Las palabras precisas, como todos los escritos de Roché, definen un procedimiento pero también un talante que, aun siendo muy diferentes, Duchamp compartía con Villon; este talante se muestra especialmente en el afán de eludir la repetición que engendra el gusto, tantas veces condenado por Duchamp y que Villon expresaba así: «Evito el gusto. Hago todo por evitarlo. No pongo un color o una línea sin que haya una razón, una razón interior que se une a la razón que está en el fondo de mí mismo. Si el gusto interviene, uno sólo puede sobreañadir elementos, mientras que, como lo he ido viendo, la previsión es la que completa una tela». Ansia por evitar lo accesorio, lo superfluo, todo lo que se dirige sólo a los sentidos, disposición para seguir la máxima de Leonardo «la pintura es cosa mental». Y Roché formula claramente el objetivo de este proceso: aferrarse a un absoluto.

Pero no son los hermanos Duchamp los únicos en respaldarse en la geometría. En 1965, William Camfield trataba de dilucidar en un artículo esta cuestión: ¿había utilizado Juan Gris la sección áurea en la composición de sus pinturas?

Evidentemente, Camfield relacionaba de inmediato la cuestión con los expositores y la exposición de La Section d'Or de 1912, destacando que pocas obras de las exhibidas estaban basadas en sistemas geométricos simples, y citaba expresamente Portrait de M. Robert G... una obra de Gleizes de 1910, y La Jeune femme de Villon de 1912, excepto las de Gris.

Dos aspectos sobresalen de la argumentación de Camfield: la formación matemática de Gris en sus años de estudiante en Madrid, corroborada por Kahnweiler, y su entorno en París entre personajes que podían haberlo interesado en la significación metafísica y estética de la matemática; no sería casual que las más obvias inquietudes de Gris por la composición geométrica coincidiesen con su asociación con el grupo de artistas que se reunía en el estudio de Villon en Puteaux, y que fueron el núcleo organizador de este Salón. Camfield también recuerda que uno de estos artistas, Lhote, afirmaría más tarde que Gris utilizaba la sección áurea en sus pinturas. En efecto, Lhote, en su *Traité du Paysage et de la Figure*, escribió que «los cubistas, en particular Juan Gris», construían sus cuadros basándose en la sección áurea. Camfield, que reconoce las limitaciones de un análisis de este tipo, examina *Le lavabo* y *Horloge et bouteille*, dos obras de Gris de 1912, que con toda probabilidad fueron expuestas en La Section d'Or, y extrae como conclusión que Gris utilizó deliberadamente la sección áurea, así como el sistema modular —éste por su capacidad de coordinación con aquélla, para determinar las líneas principales de la composición. Esta argumentación ha sido refutada por Roger Fischler en dos artículos en los que demuestra que, si bien Gris conocía los métodos de composición basados en el número de oro, no los utilizó nunca.

En 1921 se publica en París *Du Cubisme au Classicisme*, significativamente subtítulo *Esthétique du compas et du nombre*, de Gino Severini, un libro que fue escrito en un período de su vida en el que predomina una potente voluntad de superar lo que considera como una debilidad o falta de oficio, y que pretende sentar las bases de su estética y de la técnica necesaria para expresarla. *Du Cubisme...* se inicia constatando el estado de anarquía en que se encuentra el mundo artístico, una constatación muy

generaliza-da en los textos teóricos de la posguerra en Francia; pero Severini define así la causa de esta anarquía: «Los artistas de nuestra época no saben utilizar el compás, el transportador y los números. Las leyes constructivas, desde el Renacimiento hasta nuestros días, han ido olvidándose (...) el arte ha caído definitivamente en el dominio de lo sensorial (...) y cada artista pretende solamente afirmar su individualidad fuera de toda regla o método». Severini puntualiza que cuando habla de reglas no se refiere a las «fórmulas muertas» que se enseñan en las escuelas de Bellas Artes sino a las leyes eternas de la construcción que están en la base del arte de todos los tiempos. Y en el capítulo III, dedicado a las «proporciones y a su aplicación en el arte», detalla la «división de una recta en media y extrema razón» así como la relación del número de oro con la serie de Fibonacci. Para Severini una estética basada en el número es verdadera porque es conforme a las leyes a través de las cuales nuestro espíritu ha comprendido y explicado el universo desde Pitágoras y Platón. El ritmo está presente en toda la creación según unas leyes que nos permiten recrear o reconstruir los equivalentes del equilibrio y la armonía universales. La finalidad del arte es «Reconstruir el universo según las mismas leyes que lo rigen». *Du Cubisme au Classicisme* se publicó con un prefacio de René Allendy, e inmediatamente provocó duras críticas por parte de los cubistas e incluso por parte de aquellos que, como Ozenfant, eran considerados por Severini como «compagni-di-strada»: en *L'Esprit Nouveau* apareció, firmado por De Fayet, un comentario que critica duramente el exceso de conciencia mística que parece presidir el libro. Ese mismo año Severini recibió un encargo de Léonce Rosenberg que le iba a permitir llevar a la práctica el retorno al oficio y a la tradición clásica que preconizaba en el *Du Cubisme*... Se trataba de la decoración de una sala del castillo de Montefugoni, al lado de Florencia, propiedad de Sir George Sitwell. Severini escogió como motivo a los personajes de la *Commedia dell'Arte*, muy contento porque esto le «permitía mantenerse entre lo humano y lo abstracto, entre lo inventado y lo real». Dividió los muros en espacios limitados armónicamente, basando las composiciones en las propiedades geométricas de los triángulos rectángulos, con la exigencia de trazar sobre el muro, junto al motivo, las fases analíticas del proyecto; en lo que se refiere a la técnica y al color siguió las reglas extraídas de los antiguos tratados relativos al fresco. El interés de Severini por la sección áurea continuó a lo largo de los años, como lo prueban los artículos que escribió en 1941 sobre «la Divina Proporción», y en 1951 sobre «el Número de Oro y otras relaciones de armonía en el arte moderno» (texto de la conferencia que presentó en el *Primo Convegno Internazionale sulle Proporzioni nelle Arti*, realizado en el marco de la IX Trienal de Milán en 1951, sobre el que volveremos más adelante). En 1920, Amedée Ozenfant, Le Corbusier y Paul Dermée habían fundado *L'Esprit Nouveau*, una revista de estética que relacionaba el arte, la ciencia, la política, la economía... No es casual que en la presentación del primer número de la revista se exponga una declaración de principios como ésta: «El espíritu que preside los trabajos de esta revista es el que anima a toda investigación científica. Somos hoy ya bastantes los estéticos que creemos que el arte está sometido a leyes como ocurre con la fisiología o la física... Queremos aplicar a la estética los mismos métodos que la psicología experimental con toda la riqueza de medios de investigación que ésta posee hoy; queremos en definitiva trabajar para constituir una estética experimental». Como ejemplo de una ley estética citan la sección áurea y los resultados de la experiencia de laboratorio de Fechner, aunque sin mencionarlo; y añaden: «Por otra parte, la Sección de Oro es una de las medidas que se transmitían fielmente los artistas en otro tiempo. El hecho de conocerla dispensa al creador de recurrir al gusto continuamente. Ya no es una regla... es una ley estética que, por otra parte, no es más

que una ley física y matemática que percibe nuestra sensibilidad. Nosotros extraeremos numerosas leyes semejantes y, a partir de ella misma, se constituirá una estética experimental». En el número 17 de *L'Esprit Nouveau* aparecieron publicados ejemplos de utilización de trazados basados en la sección áurea en dos obras puristas de 1920, *Composition à la guitare et à la lanterne*, de Charles-Edouard Jeanneret, y *Guitare, verre et Bouteilles à la table grise*, de Amedée Ozenfant.

Al interés demostrado por Roger Fischler en explicitar que «Ozenfant y Jeanneret no sólo no usaron el número de oro a principios de los años veinte sino que de hecho le eran hostiles», se puede argumentar que nada es menos hostil que la cita explícita sobre la sección áurea del primer número de *L'Esprit Nouveau*. Pero en lo que se refiere a Ozenfant sus memorias son categóricas: al tratar el tema de la sección áurea, cita un fragmento del libro de Sérusier que se refiere a ésta, para pasar a comentar críticamente «la mística de la Sección de oro», considerada por algunos como «el Abracadabra de la Naturaleza y del Arte». Ozenfant glosa extensamente la doctrina de la «Divina Proporción», mencionando desde las teorías de Zeising y Fechner a los artistas que como Seurat, Severini y Lhote la han utilizado en sus obras. En este sentido, destacan algunos comentarios: «No nos hemos dado cuenta aún de lo peor: según creo, esta famosa Sección de Oro no puede funcionar visualmente, no más, por otra parte, que cualquier otro sistema de proporción calculado en abstracto... Hay incompatibilidad fundamental entre las proporciones calculadas que son realidades absolutas y el arte que está hecho de ilusiones relativas... Pensar en términos de Unidad Universal, es una filosofía alta y pura, y las matemáticas son el gran arte del pensamiento puro: no las rebajemos al nivel de los trucos ineficaces, aunque estén bautizados con una letra griega».

Sin embargo, la actitud de Le Corbusier respecto a esta cuestión es evidentemente distinta. Siempre lo encontraremos oscilando entre una posible adaptación a las implicaciones de la ciencia moderna y la búsqueda obstinada de una forma de expresión más universal y, por tanto, más tradicional. En su trayectoria artística, los sistemas de proporciones ocupan un lugar fundamental, de tal manera que, desde principios de la década de los veinte en adelante, lo llevarán al intento de concretar un único sistema para proporcionar la arquitectura.

En febrero de 1921, *L'Esprit Nouveau* publicaba el artículo *Les tracés regulateurs*, donde el trazado es definido como «un seguro contra la arbitrariedad. Procura la satisfacción del espíritu». Se insistirá en especial en este carácter espiritualmente satisfactorio del trazado: «El trazado regulador es una satisfacción de orden espiritual que conduce a la búsqueda de relaciones ingeniosas y de relaciones armoniosas. Confiere euritmia a la obra». Presenta ejemplos de trazados, como la fachada del Arsenal del Pireo, el Capitolio de Roma o el Petit Trianon de Versalles; estos ejemplos sirven para demostrar que los trazados «han servido para hacer cosas muy hermosas y son la causa de que estas cosas sean muy hermosas». Si en un principio la definición de trazado como seguro contra lo arbitrario podía hacer pensar en su aspecto más funcional, una afirmación como ésta conduce a una consideración puramente estética. Paul V. Turner ha enfatizado, en contra de opiniones que presentan la teoría de los trazados de Le Corbusier y el posterior Modulor como periféricos dentro de su estética, la importancia central que tiene para él la creencia en la relación directa entre los sistemas de proporciones y la belleza arquitectónica. Aquí, como en *Après le cubisme* y en otros textos suyos, el orden discernible de la matemática y la geometría tienen implicaciones psicológicas al aportar seguridad al hombre: «El trazado regulador aporta esta matemática sensible que conduce a la percepción beneficiosa del orden». Pero al mismo tiempo se puede constatar en los propios ejemplos de trazados sobre fachadas

que presenta Le Corbusier la dificultad en ser captados por un posible espectador debido a su carácter de estructura geométrica totalmente abstracta y difícilmente visualizable. Precisamente este aspecto podía haber atraído especialmente a Le Corbusier: este tipo de trazados sólo eran inteligibles para el arquitecto que, a la manera del iniciado, podía introducir a otros en el secreto; pero sobre todo también por el hecho de que, siendo más abstractos, eran a la vez más precisos, más matemáticos y por tanto más próximos al origen de la belleza.

En una nota final del artículo *Les tracés regulateurs*, Le Corbusier, después de excusarse por presentar sólo ejemplos de trazados suyos, afirma: «...a pesar de mis investigaciones, no he tenido el placer de encontrar arquitectos contemporáneos que se hayan ocupado de esta cuestión; respecto a ella, sólo he provocado asombro, o encontrado oposición y escepticismo».

Oposición y escepticismo: estas dos palabras definirían también la polémica que mantuvo con el artista y teórico del arte checo Karel Teige en 1929 a propósito del Mundaneum. Se trataba de crear en Ginebra «una institución que fuera a la vez Cuartel General para las Asociaciones, Congresos, Movimientos internacionales libres y Centro Científico, documental, educativo, realizando a nivel mundial y con la cooperación de organismos oficiales, las cinco grandes instituciones tradicionales del Trabajo intelectual: Biblioteca, Museo, Asociación Científica, Universidad e Instituto».

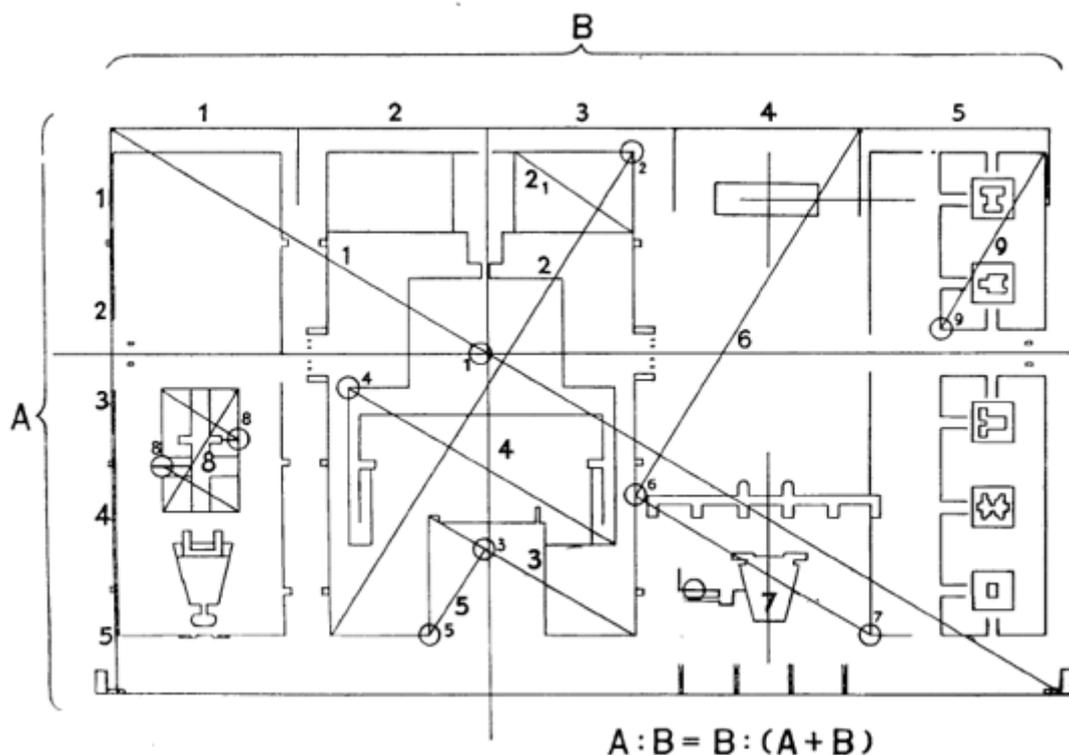


Figura 17. Le Corbusier y Pierre Jeanneret, Trazado regulador del Mundaneum, 1929

El proyecto de Le Corbusier y Pierre Jeanneret preveía la disposición de los diferentes edificios sobre el terreno de acuerdo con un trazado áureo, mientras que asignaba al edificio principal, el Museo Mundial, la forma de un tronco de pirámide de base cuadrada.

La polémica iniciada por Teige plantea la cuestión en unos términos próximos a lo que Kenneth Frampton ha definido como «el ideal humanista vs. el ideal utilitario». Teige ataca el «obvio historicismo y academicismo del Mundaneum» y la no viabilidad de la arquitectura entendida como arte, denunciando las teorías estéticas de Le Corbusier: las

teorías de la sección áurea y de la proporción geométrica. Términos que ni tan sólo ocultaban entre líneas el carácter ideológico de la polémica. La respuesta de Le Corbusier da lugar a un texto clave desde su título *Défense de l'architecture* que, tan ambiguo como pueda ser desde un punto de vista político, por contraste con la clara posición de Teige es, en última instancia, la síntesis de unas ideas que estaban ya expresadas a lo largo de otros textos suyos: la de la arquitectura entendida como arte y la de la estética «como una función humana fundamental». En un texto inédito sobre los trazados reguladores que redactó para la reedición de *L'Esthétique des Proportions dans la Nature et dans les Arts* de Matila Ghyka, escribió: «Hay, en efecto, en la investigación sobre las leyes de la proporción, la manifestación más honesta y más leal la que un artista pueda dedicarse. Yo sitúo al arquitecto de hoy en el terreno de los artistas. Quiero expresar con esto que, más allá de las innumerables tareas de orden práctico que está obligado a cumplir, se inscribe como una necesidad imperativa crear belleza, es decir, proporción. Porque la proporción aporta la belleza». La búsqueda de lo invariable como pintor, la de la belleza como arquitecto, el interés por los trazados reguladores... no son más que elementos coordinando una idea única: encontrar certezas que liberen al individuo de los caprichos del azar. Y la base de estas certezas está en el reconocimiento de la universalidad de las leyes naturales que rigen el mundo exterior y que condicionan la obra de arte. Por eso Ozenfant y Jeanneret escribirán en *Après le cubisme*:
 Vemos que el conocimiento y la observancia de las leyes generales que condicionan el arte no podrían coartar la libertad de nadie puesto que su uso ha permitido construir obras de una originalidad tan pura y tan diferente como las Pirámides, los palacios de Asiria, el Partenón, las cúpulas persas, las naves góticas, los monumentos de Blondel. La confianza en unas leyes generales también alentaba aquel deseo de certidumbre que se encontraba entonces en lucha constante para integrar el nuevo espíritu propio de la época y aquellas tradiciones que, desde lejos, la distinguían. En ese sentido, Ozenfant y Jeanneret coinciden con Villon, con Gris, con Duchamp, con Severini, con Lhote... También coinciden con Joaquín Torres García: en la lección 1 del *Universalismo constructivo*, que supone la formulación definitiva de todas sus argumentaciones teóricas, después de insistir en la necesidad de realizar una obra personal y perfecta, reconoce que «nada hay más eficaz a este fin que la observancia de algunas reglas precisas», y a continuación presenta detalladamente su «sistema de proporciones basado en la llamada sección áurea (el segmento dividido en media y extrema razón)»: significativamente, esta primera lección lleva como título «La liberación del artista». Pero también podemos encontrar la presencia de la sección áurea o de su equivalente aritmético, el número de oro, en la composición musical; por ejemplo, en la obra de Béla Bartók. Aproximadamente en la época en que compone su Primer cuarteto de cuerdas en 1908, elabora un estilo definitivo que, en sus características esenciales, permanecerá intacto hasta sus últimas composiciones. Fiel a sus principios y profundamente convencido de que todas las músicas populares del mundo se pueden hacer derivar de algunas fuentes primitivas, creó un idioma musical basado en el «sistema de la sección de oro», un sistema que integra movimientos primitivos pentatónicos y afinidades primitivas. En palabras de Erno Lendvai: «Se pueden hacer remontar los acordes de Bartók más característicos a simples intervalos pentatónicos fundamentales. Además, a partir del análisis estilístico de la música de Bartók, he podido llegar a la conclusión de que la característica principal de su técnica cromática es la obediencia a las leyes de la Sección de oro en todos sus elementos». Lendvai demostró, por ejemplo, que todas las unidades de la Sonata para dos pianos y percusión, desde el conjunto de la obra hasta las más pequeñas células, están divididas según la regla de la sección áurea. Así, la sección áurea del primer movimiento indica el centro

de gravedad del movimiento: es el inicio de la repetición. Como el movimiento está constituido por 443 compases, y $443 \times 0,618 = 274$, la repetición empieza precisamente en el compás 274 (recordemos que cuando la distancia del segmento entero constituye la unidad, la longitud del segmento mayor es 0,618 y la del segmento menor es 0,382). Según Lendvai, la sección de oro es un elemento constitutivo no menos significativo en la creación de la forma, de la melodía y de la armonía en Bartók que la armonización y la construcción armónica en períodos de ocho o de cuatro compases en el estilo vienés clásico. Entre otras obras de Bartók que permiten el mismo tipo de análisis, Lendvai cita expresamente el Castillo de Barba-azul (1911), la Música para cuerdas, percusión y celesta (1936) y el Concierto para Orquesta (1943).

Por todo ello, cuando en 1927 Matila Ghyka publica en París *L'Esthétique des proportions dans la nature et dans les arts*, una obra de síntesis a la que seguirá en 1931, el definitivo *Le Nombre d'Or*, el terreno estaba decididamente abonado; *Le Nombre d'Or* es una brillante recapitulación matemático-histórica en la que el propio texto goza de las virtudes esotéricas que rodean a la sección áurea; se inicia con una carta de Paul Valéry en la que afirma: «Este libro faltaba. Ahora existe. Condensa lo que hay de preciso en estética. Me maravilla su amplitud de información. Admiro, sobre todo, el modelado personal que supo imprimir a una materia tan considerable y tan compleja. El eterno deseo de encadenar la morfología física y biológica a la ciencia de las formas creadas por la sensibilidad y el trabajo humano; la necesidad de comparar y de conjugar las estructuras y arquitecturas naturales y las construcciones del artista, la matemática que aparece o que asoma en las primeras, y las fórmulas, aparentemente arbitrarias, que sirven en las artes, es el tema, cuya extensión ha explorado, cuyas partes ha ordenado y cuyos problemas ha enunciado con tanto éxito».

Estos libros de Ghyka ofrecen una amplia y bien documentada revisión de las investigaciones realizadas en el transcurso del último usados en la arquitectura del mundo mediterráneo desde la época clásica, enfatizando la recurrencia del tema de la sección áurea. Ésta, presente también en las formas naturales, en la formación de las conchas, en la disposición de los pétalos de las flores o en la configuración del cuerpo humano, es designada como portadora de verdades profundas que introducen al hombre a la comprensión tanto del microcosmos como del macrocosmos. En la década de los años treinta continua el interés por el tema con la obra de Charles Funk-Hellet, en la que aplica el número de oro al análisis de la pintura del Renacimiento; y la obra del escultor húngaro E. Beothy que trata *La Serie d'Or* de una manera matemática, desarrollando un método claro para ser utilizado en todas las artes plásticas. En los años cuarenta destacan tres obras: la de Elisa Maillard que presenta un conjunto de diagramas basados en la sección áurea con los que analiza pinturas de Fra Angelico, Botticelli o Durero, e iglesias bizantinas y romanas; *Le Nombre d'Or* de Don Neroman, un intento de hacer el tema accesible con aportaciones como la serie S y su aplicación a la atomística planetaria; también la obra de Otto Hagenmaier, y un importante artículo de Manning Robertson sobre la sección áurea como matriz proporcional en la arquitectura y la pintura.

Finalmente, en 1950 se publica *El Modulor*, con el que Le Corbusier culmina una larga serie de estudios sobre los trazados reguladores y las propiedades de la sección áurea para encontrar «*une mesure harmonique à l'échelle humaine applicable universellement à l'architecture et à la mécanique*». Para entonces, Matila Ghyka había publicado un artículo sobre el Modulor explicando los principios matemáticos que lo fundamentaban: la sección áurea, la serie de Fibonacci... junto a unas ilustraciones que describían los mecanismos del sistema y que podrían haberle sido suministradas por el propio Le Corbusier.

Aunque es difícil precisar la relación directa de los escritos de Ghyka en el pensamiento de Le Corbusier, es fácil suponer cómo la insistencia del primero en evidenciar la presencia recurrente de la sección áurea en las formas del mundo natural, en la composición armónica del cuerpo humano por un lado, y por otro en el arte y la arquitectura del mundo mediterráneo, todo ello a la luz de un idealismo neo pitagórico, neoplatónico, vino a incidir en las reflexiones acerca del quehacer artístico del segundo, que había escrito en 1946:

La matemática no significa para el artista las matemáticas. No se trata obligatoriamente de cálculos, sino de la presencia de una realeza; una ley de infinita resonancia, consonancia, orden. Es tal el rigor, que se alcanza verdaderamente la obra de arte, bien se trate del dibujo de Leonardo, de la asombrosa exactitud del Partenón, comparable en la talla de su mármol a la precisión de la máquina-herramienta, del implacable e impecable juego constructivo de la catedral, de la unidad que hace a Cézanne, de la ley que determina el árbol, el esplendor unitario de las raíces, del tronco, de las ramas, de las hojas, de las flores, de los frutos. No existe el azar en la naturaleza. Si hemos entendido lo que es la matemática en el sentido filosófico la descubriremos, desde ahora, en todas sus obras

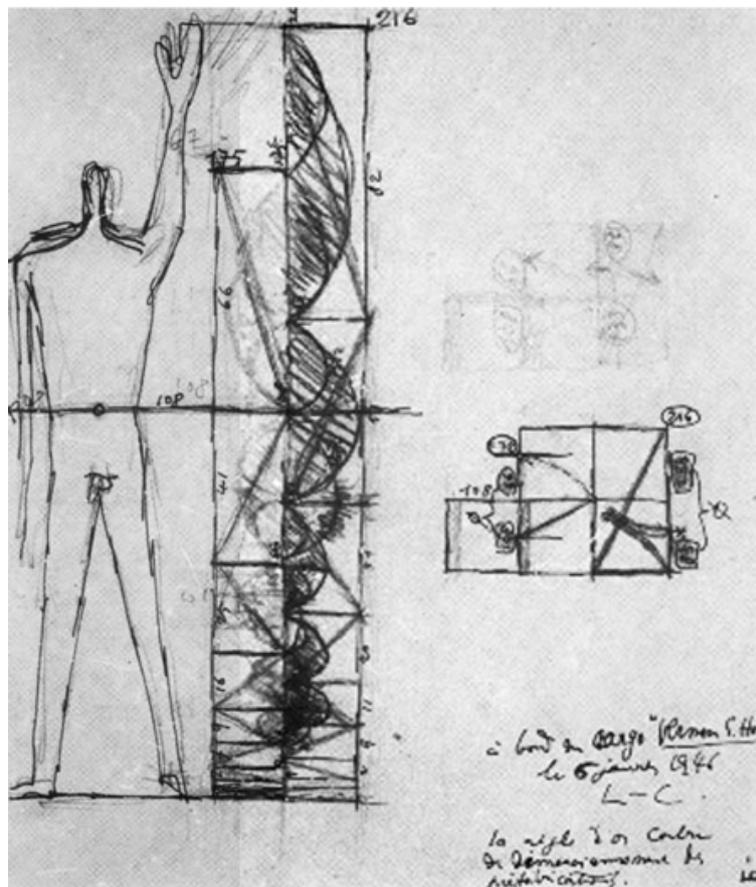


Figura 18. Le Corbusier, ilustración de El Modulor, 1950.

La grille des proportions, fundamentada en l'homme-le-bras-levé que Le Corbusier estudia con la colaboración de Gerald Hanning y la supervisión de Elisa Maillard, desde 1943 y a través de sucesivas proposiciones, se basa en un cuadrado que genera un rectángulo áureo; de esta figura y mediante la instalación de un ángulo recto se llega a una figura compuesta por dos cuadrados contiguos iguales al cuadrado inicial. Hacia fines de 1945, las dos figuras geométricas, el rectángulo áureo y el doble cuadrado son

consideradas como posibles Les Cahiers du Sud, (4 enero, 1946); modos de incrementar el elemento unitario.

Le Corbusier y sus colaboradores especificaron un mecanismo bastante simple que enfatizando los valores dimensionales generados por la grille podían ser considerados como elementos de una serie de Fibonacci. Con objeto de individualizar las posibles correspondencias entre las particiones armónicas definidas por la grille y la estructura del cuerpo humano, se apoyan en los principios antropométricos divulgados por Matila Ghyka: aplicando un enrejado geométrico a la fotografía de un desnudo se especifican una serie de relaciones fundadas en la sección áurea, de tal manera que la altura del cuerpo queda dividida por el ombligo en dos partes que están entre sí en relación áurea; la misma relación que se establece entre el pecho y la cabeza y entre el brazo y el antebrazo. El sistema de medidas resultante se compone de dos series de Fibonacci; la primera, denominada «serie roja», tiene como elementos generadores aquellos valores dimensionales del cuerpo humano definidos por el ombligo y la parte superior de la cabeza; la segunda, la «serie azul», está construida a partir de las dimensiones del hombre en pie con el brazo levantado.

En 1951, el matemático Le Lionnais escribe a Le Corbusier una carta (que éste reproduce en el segundo volumen de El Modulor) con estos términos: «Como ya sabe usted, reprocho a ciertos autores, de los cuales me apresuro a decir que usted no forma parte, un uso del número de oro que supone y alienta a un punto de vista más o menos emparentado con el ocultismo. Cada vez que se habla del número de oro, me parece necesario precisar bien la propia actitud personal sobre este punto. (...) En el plano de la técnica, considero que el número de oro no representa una noción particularmente excepcional o privilegiada; pero puede constituir una convención útil...» Le Corbusier responde:

He aquí el rectificado del arquitecto, urbanista, pintor, etc...., que yo soy: ... el matemático actúa con los números, es mensajero de los «dioses». Por definición, el hombre no es un dios. Y el poeta que soy yo declara: para tomar contacto con el universo, el hombre mira, empleando sus ojos que se encuentran a «1,60 m», aproximadamente, sobre el suelo. Sus ojos miran hacia adelante (Perogrullo). Para ver a izquierda y a derecha, necesita volver la cabeza. Su vida, pues sólo está formada de una hilera incansable, de una sucesión, de una acumulación de visiones. El hombre tiene un «cuerpo matemático», ocupa el espacio mediante el movimiento de sus miembros. El espacio humano no es el del pájaro ni el del pez (Perogrullo). (...) Es posible que el número de oro sea de una trivialidad aplastante para los matemáticos de los tiempos actuales. Con el auxilio de sus máquinas de calcular, han inventado combinaciones sensacionales (para ellos, mas no para nosotros, incapaces de comprenderlas). Mientras que el número de oro rige una parte de las cosas que constituyen nuestro espectáculo exterior, por ejemplo, la ramificación de una hoja, la estructura de un árbol gigante o de un zarzal, la osamenta de una jirafa o de un hombre, cosas que son el pan cotidiano o excepcional desde hace milenios y millones de milenios. Cosas que constituyen nuestro medio (mientras que las altas matemáticas no lo constituyen). Obreros de tareas procedentes del medio humano, ocupados en conservar, cuidar y modificar este medio, nosotros no nos sentimos nada entristecidos por una trivialidad matemática como el número de oro, sino que, en tanto que gentes de oficio (edificar, esculpir, pintar, organizar el espacio), nos sentimos deslumbrados por la riqueza de las combinaciones que proporciona el número de oro, consideradas aquí como materiales que hay que poner en acción.

En el espléndido paisaje de la Costa Azul, en Roquebrune-Cap Martin, justo encima de su cabañon, frente al mar Mediterráneo, Le Corbusier proyectó una pequeña obra, que

puede considerarse como una síntesis de todas sus preocupaciones estéticas y simbólicas: la sepultura donde descansa junto a su mujer, Ivonne. Sobre una lápida cuadrada, dos formas geométricas oponen su concisión y rotundidad a unas plantas que crecen a su aire. En la base están las huellas de una cruz, geometría y símbolo, y una concha, naturaleza y símbolo. La lápida, proyectada en 1957 a raíz de la muerte de su esposa, está estructurada según la sección áurea, presente pero escondida.

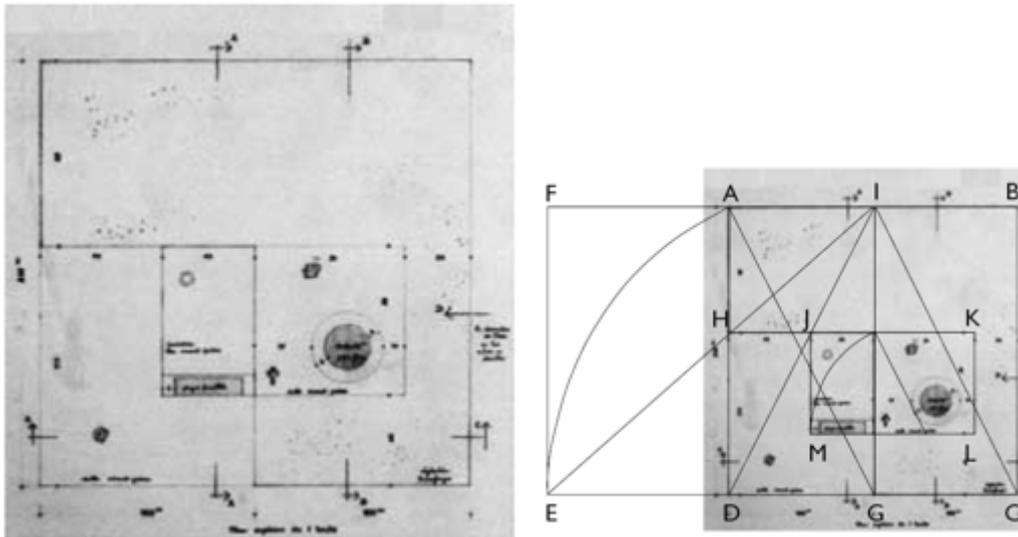
Partiendo del cuadrado ABCD, se traza el eje GI; uniendo I con C y D se obtiene el triángulo isósceles DIC. Construir, abatiendo la diagonal GA del semicadrado, el rectángulo áureo FBCE; al unir E con I se obtiene el punto H; éste se encuentra con el lado del triángulo DI en J, punto en el que se sitúa el rectángulo áureo interior JKLM, donde se ubican un cilindro hueco y una forma ortogonal frontalmente cuadrada: en ella, sobre un fondo de varios colores, está escrito: *Ici repose Charles-Edouard Jeanneret, dit Le Corbusier, et Ivonne Le Corbusier.*

La década de los cincuenta se inicia con una reivindicación internacional de la divina proporción. En septiembre de 1951, en el marco de la IX Trienal de Milán, se convoca el Primo Convegno Internazionale sulle Proporzioni nelle Arti con un título expresivo: De Divina Proportione. Participaron en ella los especialistas más destacados en el tema, como los historiadores Wittkower y Giedion; los arquitectos Nervi, Rogers y Le Corbusier; pintores como Severini y Vantongerloo y matemáticos como Speiser.



Figura 19. Le Corbusier, sepultura, 1957. Cementerio de Roquebrune-Cap Martin. (Foto: C. Bonell)

Uno de los participantes, Salvatore Caronia (director del Instituto de Composición Arquitectónica y de Urbanística de la Universidad de Palermo), escribe las impresiones de este primer congreso internacional destacando la supervivencia del espíritu de Pitágoras y el rigor del número, al mismo tiempo que se pregunta: «¿Cómo este grupo selecto de artistas de exquisita sensibilidad moderna que ha presidido la organización de la Trienal puede haber pensado en esta Mostra degli Studi delle proporzioni?



Figuras 20 y 21. Izq. Le Corbusier, planta de la sepultura. Der.: Trazado regulador de C. Bonell.

Es como si el artista comenzase a tener miedo de su propia libertad fuera de los límites de la tradición; con el temor de huir de aquella armonía universal que conforma y rige toda creación del hombre, ya sea artística o técnica, el artista busca una disciplina cuyas raíces se encuentran en el número y en la ininterrumpida tradición de estudios en el campo de la matemática y de la geometría, como han hecho los artistas de todos los siglos para deducir una guía, implícita o mediata, para su creación».

De hecho, en el congreso estaban representadas tendencias muy diversas: desde los idealistas convencidos, los estudiosos del tema de las proporciones, hasta los intransigentes que no sólo negaban cualquier posible acuerdo entre teoría y arte sino que incluso cuestionaban la eficacia y la razón de ser del propio congreso. No obstante, se desprendía un resultado claro de la discusión general: si bien toda obra de arte es autónoma, irrepetible en su esencia, se pueden reconocer ciertos valores estructurales, como la presencia de un orden interno que estaría en el origen de esta experiencia que denominamos belleza.

La viveza del debate consiguió que el congreso de Milán tuviera continuidad. Unos meses más tarde, a mediados de marzo de 1952, se organizó un simposio, también bajo la advocación de la «Divina Proporción», en el MOMA de Nueva York, presidido por José Luís Sert y contando con la participación de Meyer Schapiro, Josef Albers, Philip Johnson y Herman Weyl entre otros. Se pretendía que fuese un congreso parecido al de Milán, pero, como explicaba Sert a Le Corbusier en una carta, la falta de recursos del Departamento de Arquitectura del museo hizo imposible invitar a participantes europeos. Una vez más surgía de las ponencias presentadas una hipótesis: si una obra de arte, un cuadro, un edificio, una ciudad, están en relación con el hombre y con el mundo que lo rodea, sus proporciones han de estar en relación con aquellas que gobiernan la estructura de este mundo; con el estudio y el conocimiento de cómo usar estas proporciones, el trabajo del artista se aproximará a las obras de la naturaleza y, consecuentemente, al hombre mismo. Y una vez más se repetía que la disciplina geométrica nunca ha truncado las grandes obras del pasado sino que, al contrario, su conocimiento proporcionó a los artistas una mayor libertad. No se puede decir que las leyes geométricas hayan limitado la variedad de conchas que encontramos junto al mar, ni tampoco las estructuras de las plantas.

Como consecuencia también del congreso de Milán, se organizó otro en Siena en

septiembre de 1952, pero en este caso se decidió cambiar la denominación porque «si el Comité conservara su título puro y simple de Divina Proporción, se encontraría ligado exclusivamente a los trabajos del Renacimiento en particular»; así que se optó por «Simetría, Armonía de los Tiempos Modernos».

En junio de 1957, en el RIBA de Londres, se celebró un debate sobre la proposición: los sistemas de proporciones hacen el buen diseño más fácil y el mal diseño más difícil. El título hacía referencia al comentario que Einstein escribió a Le Corbusier sobre El Modulor: «Es una gama de proporciones que hace lo malo más difícil y lo bueno fácil». Nikolaus Pevsner presentó la moción y participaron, entre otros, Maxwell Fry, Rudolf Wittkower, Peter Smithson, John Sumerson... Pevsner introdujo históricamente el tema, desde el Génesis hasta El Modulor, y abrió el debate con una pregunta: «¿Hay alguna garantía de producir belleza si nos atenemos a ciertas proporciones constantes?».

Paralelamente, a lo largo de la década de los cincuenta continúa la producción literaria sobre la divina proporción: se publica la obra de Paul-Henri Michel: desde Pitágoras a Euclides la sección áurea tiene un papel fundamental y es analizada con todo rigor; el estudio de Miloutine Borissavlievitch, que expone el punto de vista de la estética científica de la arquitectura sobre el número de oro; y los libros de Theo Koelliker y de Fournier des Corats, que, enfatizando los aspectos simbólicos, analizan la presencia de las relaciones armónicas en la pirámide de Keops y en otras construcciones egipcias.

En los sesenta destacan Les Cahiers du Nombre d'Or de Elisa Maillard que, aplicando sus diagramas, analiza extensamente la obra de Durero, las iglesias bizantinas, las iglesias de los siglos XII al XV, la obra de Botticelli y el Partenón. En 1963, Charles Bouleau publica Charpentes, La géométrie secrète des peintres, definido por su autor como «un estudio sobre la construcción interna de las obras, una búsqueda de las fórmulas que han regido a lo largo de los siglos la distribución de los elementos plásticos»; el análisis se extiende desde la composición melódica de los frisos del Partenón hasta el uso de la sección áurea por parte de artistas como Mondrian o Villon, quien escribe en el prefacio: «...este libro trata de reencontrar el espíritu de la geometría en el sentido en que la entendía Piero della Francesca; quiere revelar esta geometría secreta de la obra pintada que, en todos los tiempos, ha sido para los artistas uno de los componentes esenciales de la belleza; y las demostraciones que el autor propone de las obras modernas, de Mondrian, por ejemplo, son una prueba evidente de su objetividad». También los artículos ya mencionados de William Camfield y de Roger Fischler tratan de investigar la presencia de la sección áurea en la pintura contemporánea.

En 1970 se publica la obra de Huntley, un verdadero tratado sobre la belleza matemática de la divina proporción; poco después, en la Sorbona se presenta una tesis doctoral de Nicolae Opritescu sobre el problema de la organización plástica de las imágenes, en una estructura rítmica basada en la sección áurea, en las películas de Eisenstein; y en 1973 Marius Cleyet-Michaud publica una síntesis rigurosa de los diferentes aspectos del número de oro. Pero lo que caracteriza la segunda mitad de los años setenta y la década de los ochenta son las sucesivas reediciones de las obras consideradas como clásicas sobre el tema: los libros de Matila Ghyka han sido reeditados en casi todos los países europeos y, por ejemplo, en París se ha reeditado el libro de Neroman y una versión francesa del de Huntley; en 1987 se publica el de Claude-Jacques Willard sobre la utilización del número de oro en las matemáticas y en las bellas artes. Por otro lado, Christian Langlois, miembro de la Section d'Architecture de l'Institut de France, presenta el 28 de abril de 1982 un comunicado que trata de desmitificar las virtudes estéticas que se atribuyen al número de oro, así como los argumentos de Matila Ghyka acerca de su presencia en la gran arquitectura de la antigüedad o en el arte; la conclusión de Langlois es que «*si l'œuvre est belle, ce n'est nullement en vertu d'une recette*

arithmétique mais grâce à la puissance créative, au talent, voire au génie de l'auteur». En 1985, C. J. Snijders publica en Italia un estudio sobre la sección áurea, abarcando la naturaleza, la arquitectura, el arte y la música.

La bibliografía más reciente evidencia un renovado interés por la sección áurea desde diversas disciplinas. En lo que se refiere al arte, los escritos tienen en cuenta el pasado tanto como el presente. Algunos ejemplos: el artículo de Michael Marlais ya citado, que examina la relación entre Seurat y sus compañeros de L'École des Beaux-Arts de París; Uwe Haupenthal analiza el círculo formado alrededor de Adolf Holzel, con Pellegrini, Schlemmer, Baumeister, etc., con quienes no sólo intercambiaron ideas y técnicas sino también las teorías del ritmo, composición y color de Goethe y, especialmente, el uso de la sección de oro. Por su parte, Harold J. McWhinnie examina la presencia de la sección áurea en la música, las matemáticas, las formas biológicas, las proporciones del cuerpo humano y el arte clásico; pero también estudia el impacto en el diseño industrial y en la pintura del sistema de simetría dinámica formulado por Jay Hambidge. El catálogo de la exposición de Martin Barre, que recorrió diversos museos y galerías francesas entre 1989 y 1990, contiene un conjunto de ensayos que analizan la obra de este artista desde 1954 hasta 1987, enfatizando cómo a partir de 1973 Barre utiliza un sistema de división asimétrica de sus pinturas basado en la sección áurea.

Otros estudios relacionan el número de oro con la obra de determinados poetas o músicos, por ejemplo el artículo de L. M. Johnson sobre la divina proporción en la obra de Milton; o el de

T. F. Earle acerca de la obra de Camoens; o la tesis doctoral de Pekka Kuokkala que examina cómo la composición basada en la sección áurea de «*The Last Temptations*», de Joonas Kokkonen, se desarrolla en cinco fases, relacionando el simbolismo de la ópera con su estructura interna. Otros artículos vuelven a revivir las virtudes de la sección áurea, al tiempo que presentan una panorámica histórica; éste es el caso del artículo de Mark Gardner. También deben destacarse aquellos estudios que relacionan la sección áurea con determinados presupuestos de las matemáticas; de la psicología; o de la educación. Y un artículo de Mike Jones acerca del proyecto de estudio para un violinista profesional, realizado por el arquitecto Toby Lewis, con un título expresivo: *Building a golden section for just 35 thousand pounds*.

El arte de la geometría a partir de la proporción áurea constituye el tema de la obra de Jacques Thomas, editada en 1993. Dos años más tarde, Huntley publica de nuevo su monográfico sobre la divina proporción precedido por un estudio de Marguerite Neveux, historiadora del arte, que es una reevaluación crítica del número de oro desde la tradición pitagórica hasta las obras de Seurat y Le Corbusier, con un énfasis especial en las aportaciones de las estéticas científicas alemanas y francesas del último tercio del siglo XIX. Por su parte, Aldo Scimone traza la «historia cultural de un leitmotiv de la matemática» en su obra publicada en 1997.

Fuente:

La divina proporción. Bonell, Carmen. EDICIONS UPC

2.3 Ejemplos de utilización de la proporción áurea.

2.3.1 Utilización de la proporción áurea en la pintura.

La composición en proporciones áureas de un cuadro es tarea temeraria; pretender explicarla resulta tan responsable como indicar un tratamiento médico sin tener en cuenta al paciente. No es posible decir nada serio, salvo algunas generalidades sobre la manera provechosa o la forma eficaz de aplicar los rudimentos geométricos que hemos visto hasta aquí.

Para el pintor, componer no es una diversión, ni una exploración descubridora placentera. Pintar es como edificar, fabricar; es un acto de contrición; de humildad. Para ello creemos que hace falta: Primero, una razón filosófica, un POR QUÉ; Después, un PARA QUÉ Luego, con tiempo, trabajosamente, concienzudamente, hacerse un CÓMO; que no sea un amaneramiento, mafia o piroeta aprendida o casual, que casi siempre nos sentimos fácilmente inclinados a paternizar, por pereza u otros ingredientes de los que desgraciadamente concurren en auxilio.

Jóvenes estudiantes de las artes plásticas: sugerimos una conducta, un método, que también puede ser de proporciones áureas, contra el "YO LO SIENTO ASÍ"; esto supone un captar y razonar incipiente y ya amordazado, cristalizado; la labor se resiente así de probidad, de eficacia, de jerarquía; sin pena hay que superar ese estado.

La fórmula "Yo lo veo así", es una evasión consoladora, es una manera de claudicación, de impotencia disfrazada. Ese "Yo" casi siempre inexperto, inmaduro, se empaca, se niega a mejorar, evolucionar; prefiere aferrarse a un artesanado habilidoso, como si fuere un circense que actúa sin razón, ni amor; para halagarse y engañar.

Cuanto más se vive, con más profundidad se observa y se comprende. Sólo así se puede ensanchar el instrumento del sentir, que se agiliza y perfecciona, que nos personaliza e identifica, al tiempo que nos vamos civilizando.

Se suele decir que: "La naturaleza hace muy bien las cosas y que no se equivoca"; si, es cierto, pero la naturaleza no se propone hacer arte.

Hay que realizar con la mente, las manos son demasiado dóciles y traicioneras; el enemigo está en la facilidad. La diferencia que existe entre el trabajo manual y el intelectual es que a este hay que repetirlo, rehacerlo indefinidamente, como un trabajo penoso, sin halagos, ni sustitutos.

Todos los pintores en el curso de la historia de la plástica han dejado huellas de haber realizado, indudablemente, sus obras, componiéndolas en proporciones áureas.

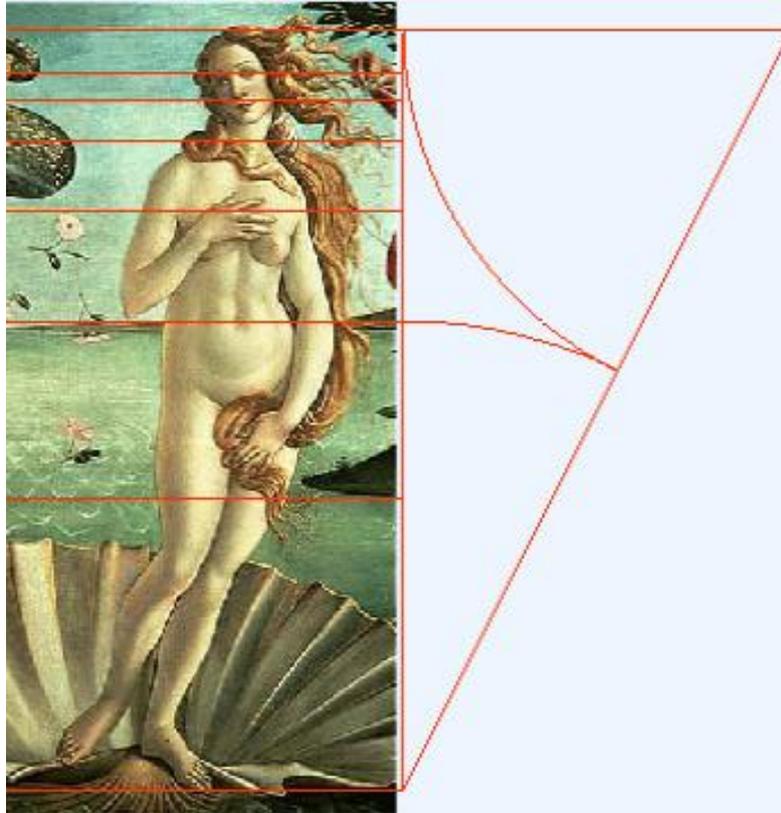
Esta a la vista en sus cuadros, y de algunos autores, en sus escritos. La coincidencia en estos mismos principios de la composición es universal y constante, y sobre todo, en las obras de los artistas de mayor jerarquía. No es noble suponer que esos creadores realizaran tales obras buscando acertijos, a la deriva o en trance humoral.

Lo primero que llama la atención es el empleo reiterado de los rectángulos, áureos, armónicos y subarmónicos; además, la forma razonada de subdividir la superficie del cuadro para realizar el trazado compositivo.

Fuente:

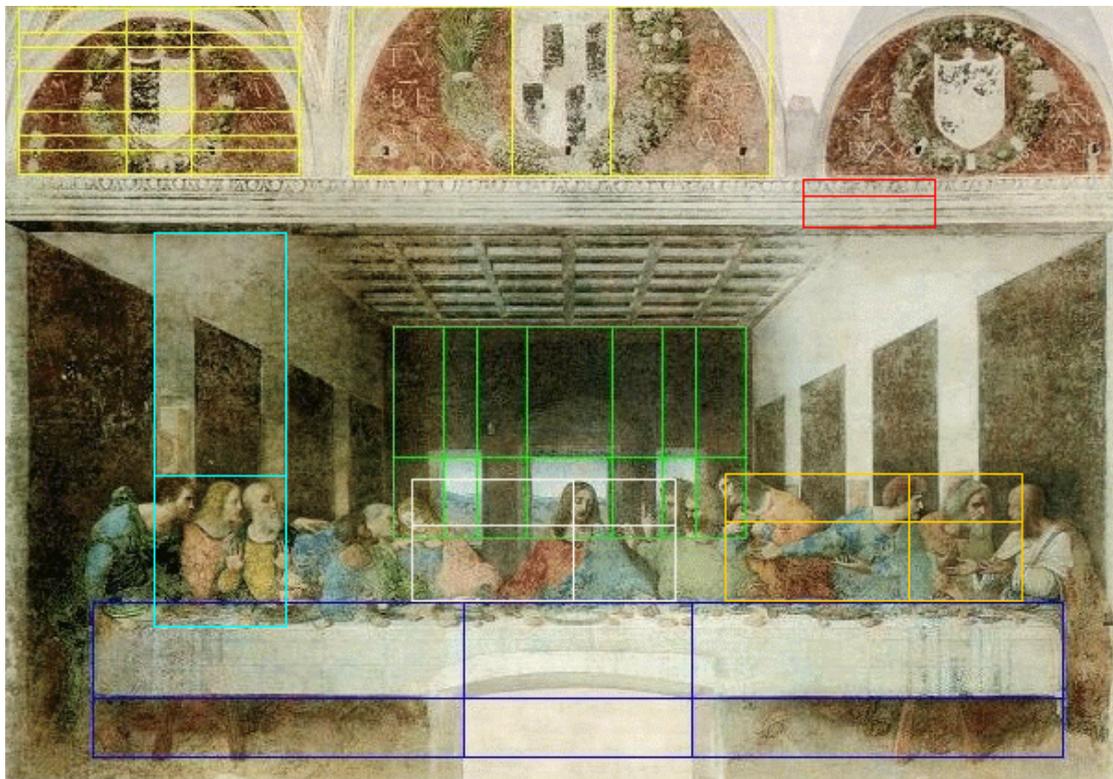
La composición áurea en las artes plásticas - Pablo Tosto - Librería Hachette S.A.

A continuación se muestran varios ejemplos de aplicación de la proporción áurea en la pintura a lo largo de la historia.



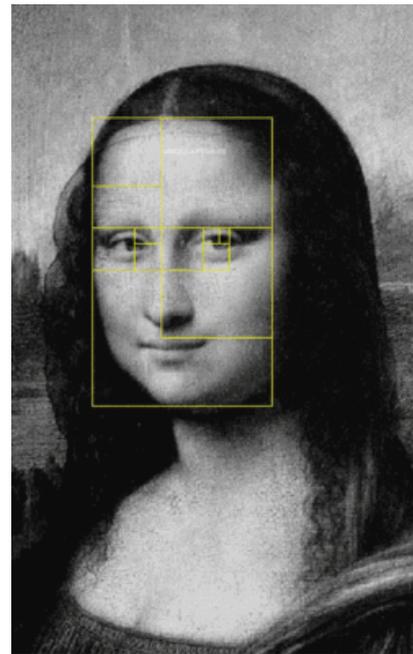
<http://www.goldennumber.net/art-composition-design/>

El nacimiento de Venus. Sandro Botticelli, 1445-1510.



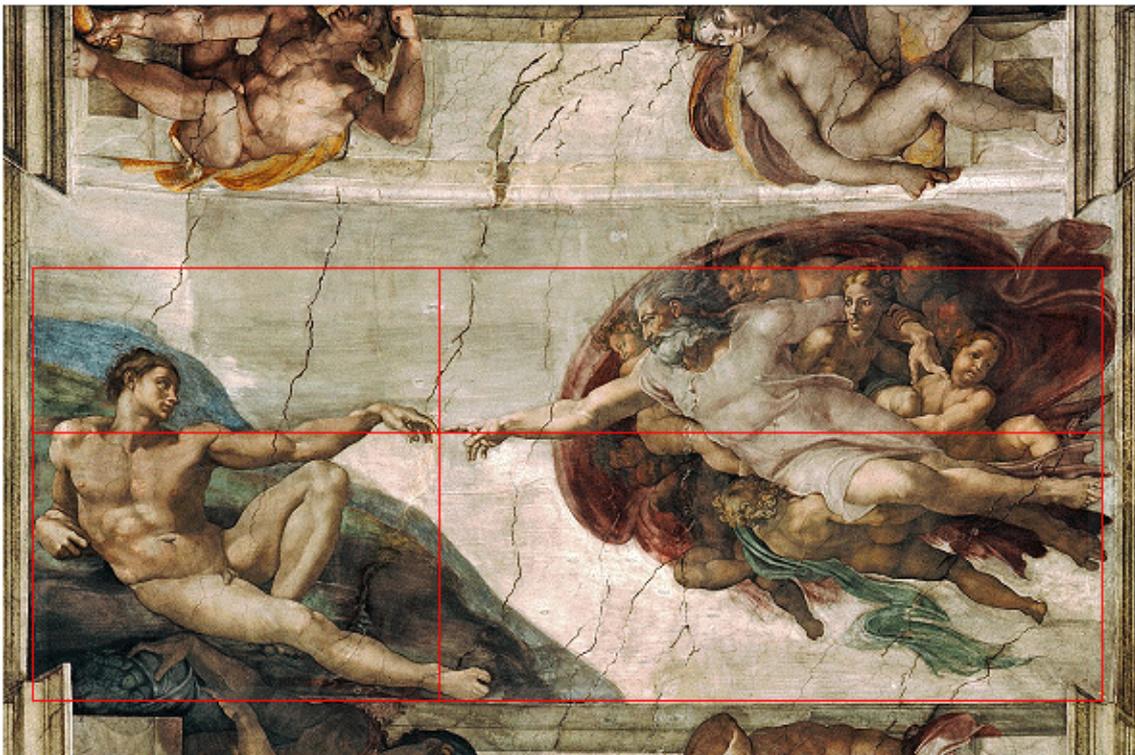
<http://www.goldennumber.net/art-composition-design/>

La Última Cena, Leonardo Da Vinci, 1497.



<https://www.vismath.eu/files/images/span8/goldener-schnitt-kunst-mona-lisa-da-vinci.jpg>

La Gioconda, Leonardo Da Vinci, 1503-1519.



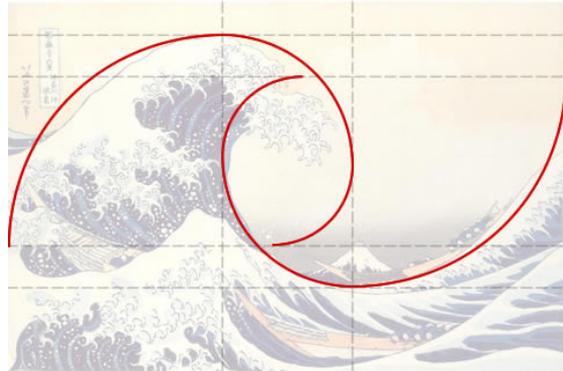
<http://www.goldennumber.net/art-composition-design/>

La Creación de Adán. Miguelángel. Capilla Sixtina, 1511.



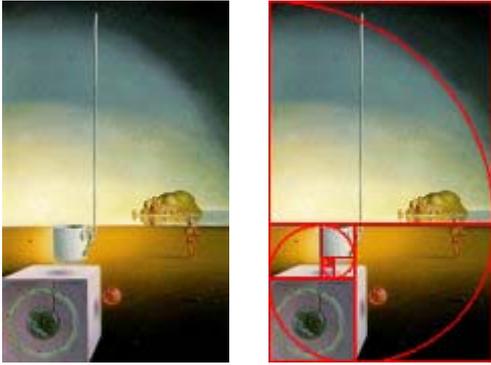
Fuente:
http://4.bp.blogspot.com/-q0ZPQ1klm-Q/Tw3btuye7VI/AAAAAAAAA0/RGNv0d5Fdjo/s1600/411687015_3eb1b4ab58.jpg

Las Meninas, Diego Velázquez, 1656



Fuente:
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0d/Great_Wave_off_Kanagawa2.jpg

La Gran Ola de Kanagawa, Hokusai, 1830.



Fuente: <http://www.pauloport.com/Fotografia/Artigos/epropaurea2.htm>

Pintura, Salvador Dalí.

2.3.2 Utilización de la proporción áurea en Arquitectura:

...un buen método de trabajo es hacer primero lo primero. Siempre al comienzo se cometen los errores. Una obra seria se termina a fuerza de ser empezada. Hay que sentirse culpable de los errores ajenos para adquirir la destreza de no incurrir en ellos. Compás áureo en mano, como lanza del Quijote, deben analizarse minuciosamente las obras maestras de la arquitectura, para justipreciar debidamente las que nos rodean; en nuestro medio es difícil discernir lo bueno. En la historia del pasado, las obras arquitectónicas son como monumentos y los monumentos son obras arquitectónicas. Donde está el deslinde?

El arquitecto es un plástico; como tal, crea tridimensionalmente. La búsqueda de las soluciones las intenta con el modelado de pequeñas maquetas; generalmente estas se realizan a posteriori de la creación de la obra; unas veces para recolectar fondos y casi siempre como publicidad.

El modelado de maquetas debe ser la primera expresión plástica del constructor, es un lenguaje explícito y dócil; permite movilizar fácil y rápidamente mil formas de desplazamiento de masas geométricas, para encontrar una solución compositiva Áurea tridimensional.

Los escultores crean todo lo que hacen, siempre en forma de maquetas; son ínfimas al principio, para llegar luego a la definitiva y solo después a los planos y vistas bidimensionales.

La arquitectura es un lenguaje puro, ha soportado todos los estilos y sobrevivido a todos los modos ornamentales. El estilo no es arquitectura, ni los ornamentos hacen el estilo. El estilo es, como la reincidencia en una forma plástica, que, de personal y sin acuerdo previo, se transforma en colectiva, en una misma época, lugar geográfico, creencia religiosa e idéntico fin; luego, el tiempo le confiere esa racial fisonomía formal que llamamos estilo.

Los elementos que nutren la arquitectura pueden compararse con la más amplia escala de notas musicales, un sin fin de dóciles formas tridimensional les que se ofrecen para ser organizadas y compuestas; esto es arquitectura, simplemente.

Lo mejor lo hacen unos pocos, para los menos, que pronto se convierte en necesidad para todos. El creador siente como suyas e interpreta las necesidades colectivas, que son como las necesidades de un niño que no sabe lo que quiere, y las satisface exteriorizadas

en forma de arte. Todo el mundo esta ansioso de constructores que trabajen como lo hacen muchos de nuestros Escritores, Pintores, Escultores, que, a pesar de todo, producen "heroicamente" lo que creen sea la verdad y lo mejor, en un medio indiferente, adverso.

El desinterés estoico eleva a los artistas y esta elevación se contagia beneficiando y elevando a la colectividad.

Si los arquitectos decidieran de común acuerdo ser obstinados como los modistas, que en su actividad imponen su criterio en la moda, a pesar del cliente que paga, se podrían hacer mejores obras arquitectónicas, todos seríamos mas felices, por hacerlas, contemplarlas y habitarlas; las ciudades serían más humanas y hermosas.

La arquitectura mecánica del automóvil, por ejemplo, ha progresado y seguirá perfeccionándose, porque los proyectistas no aceptan opiniones de los usuarios; no obstante, estos se van civilizando a contra pelo de sus pujos pecuniarios.

Los jóvenes estudiantes de arquitectura tienen el porvenir en sus manos y, lo que es mas responsable, la realización de ese porvenir; todo el país esta por construirse o reconstruirse, el problema es virgen. Es urgente realizarlo bien, perfecto; es para nuestros hijos, para la posteridad.

Ahora que la Facultad de Arquitectura es una realidad, que tardó bastante, como entidad independiente, debe procurarse lo mas pronto posible convertirla en Escuela de Arte Arquitectónico. Como primera medida rehabilitar la palabra Arquitectura y llamar de otra manera mas adecuada a la verdad la forma actual de encarar la construcción de esos "garages" inhumanos, que no obedecen a otro propósito que a una sórdida operación financiera y que además llamamos, con sarcástica ironía, Casas de Renta.

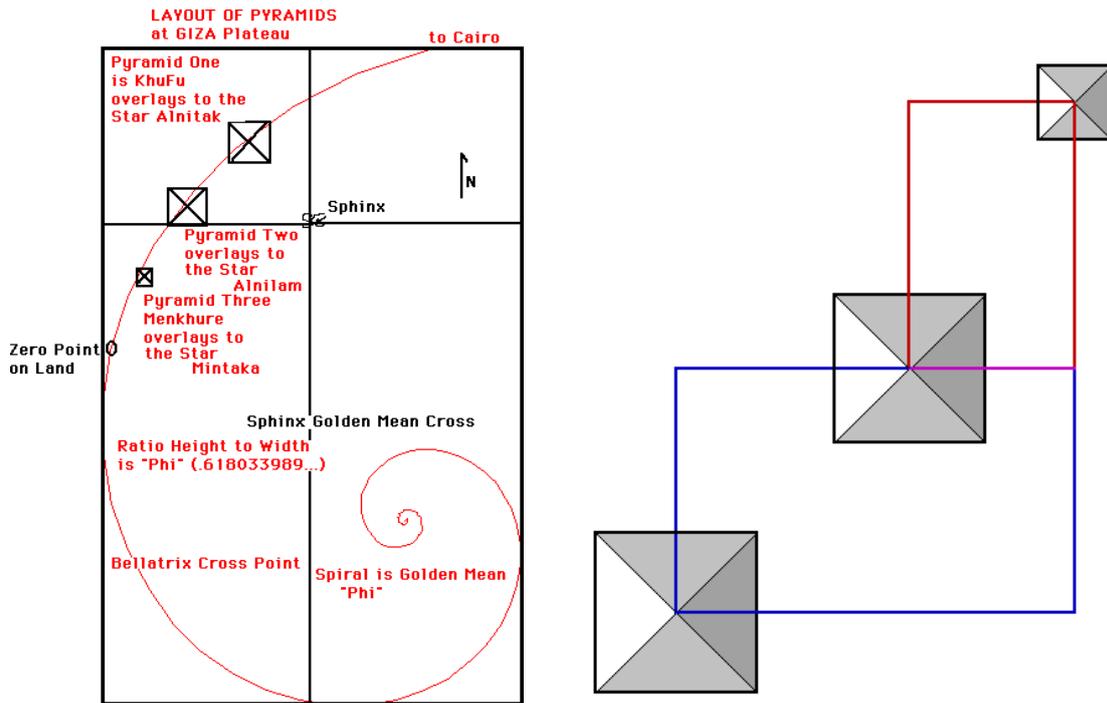
Muchas veces hemos pensado que las casas actuales son como los hombres que las habitan; en general la riqueza y el lujo exterior esconden malamente la incomodidad e infelicidad vital del que vive dentro.

La construcción arquitectónica tiene varias fases, que hay que deslindar profundamente. Primero: el problema Humano-Social-Sanitario. Segundo: el problema arquitectónico, el de los artistas del espacio. Para resolver ambos concurren todas las ciencias y todas las técnicas que ayudan a realizarlo bien y bellamente.

Fuente:

La composición áurea en las artes plásticas - Pablo Tosto - Librería Hachette S.A.

A continuación se muestran varios ejemplos de aplicación de la proporción áurea en la arquitectura a lo largo de la historia.

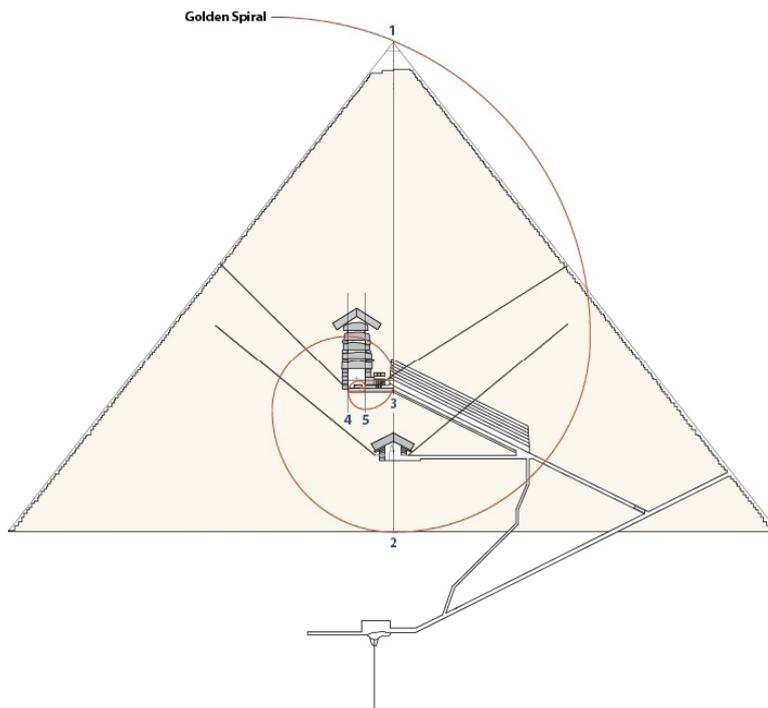


Fuente:
<http://www.crystalinks.com/sg.html>

Pirámides Guiza y Esfinge, Egipto.

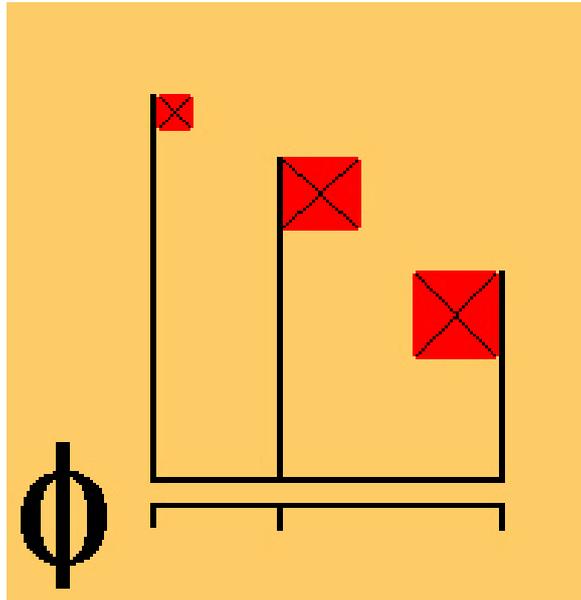
Fuente:
<http://euler09.wordpress.com/2009/07/12/the-giza-pyramids-%E2%80%93-miracle-of-the-surveyors-art/>

Pirámides Guiza, Vértices coincidentes con la traza de dos rectángulos áureos.



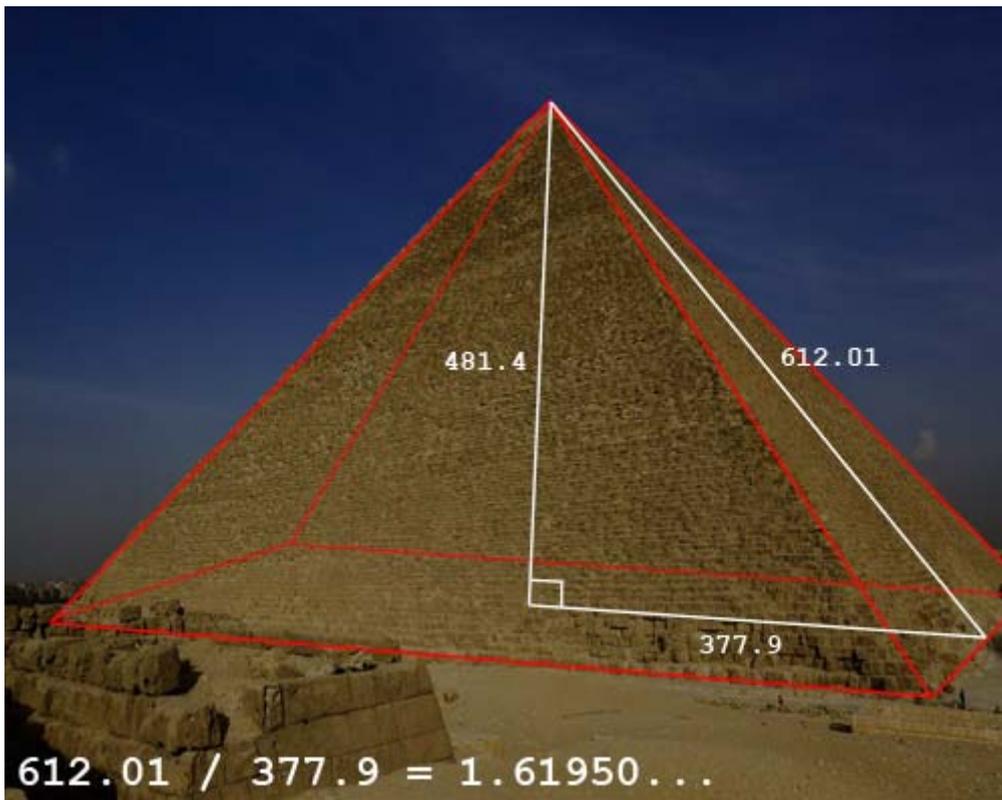
Fuente:
<http://synapticstimuli.com/wp-content/uploads/2009/05/pyramid.jpg>

Pirámides Guiza, corte Pirámide Keops, Egipto.



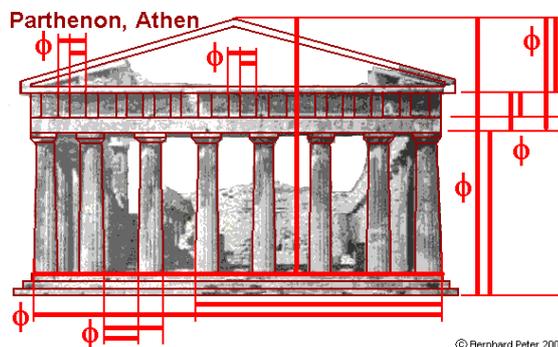
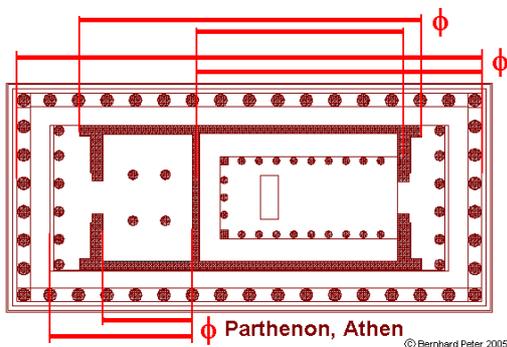
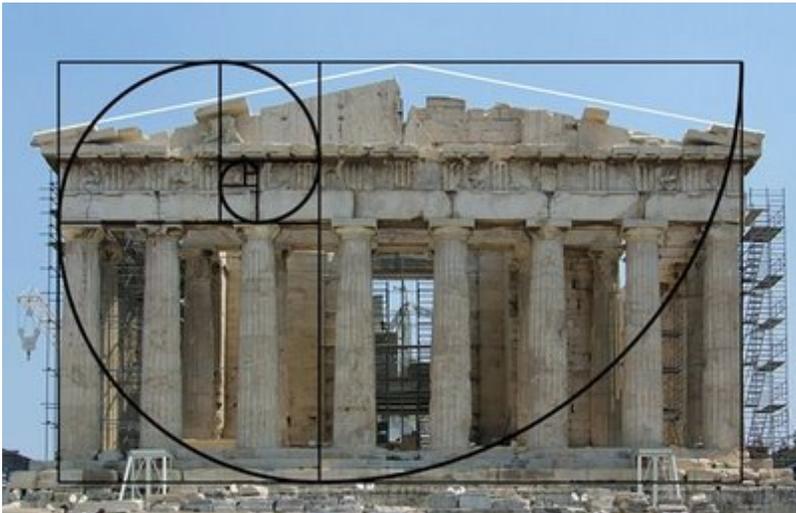
Fuente:
<http://www.flem-ath.com/favourites/thothes-holy-chamber-2/>

Pirámides Guiza, aristas laterales de pirámides distanciadas en proporción áurea.

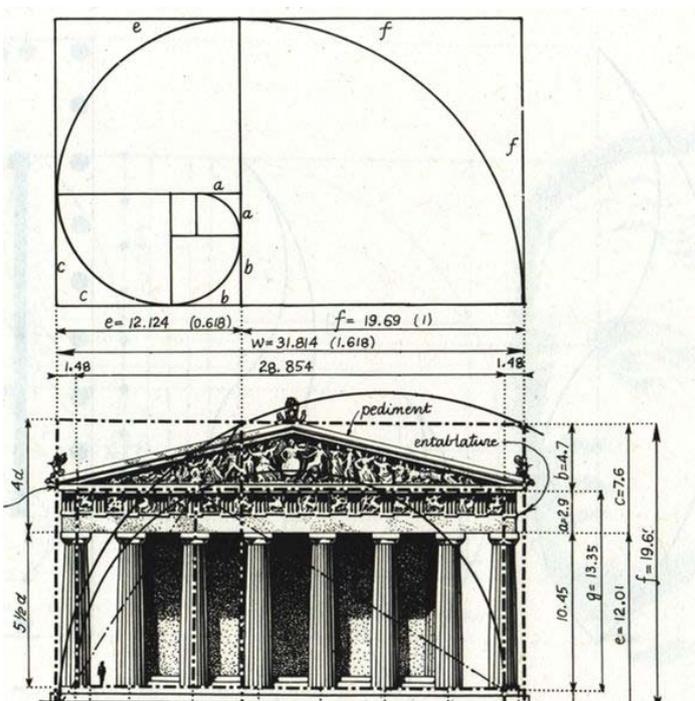


Fuente:
<http://i1.ytimg.com/vi/gIx516DLjl/maxresdefault.jpg>

Pirámides Guiza, proporción áurea entre hipotenusa y base del triángulo rectángulo.

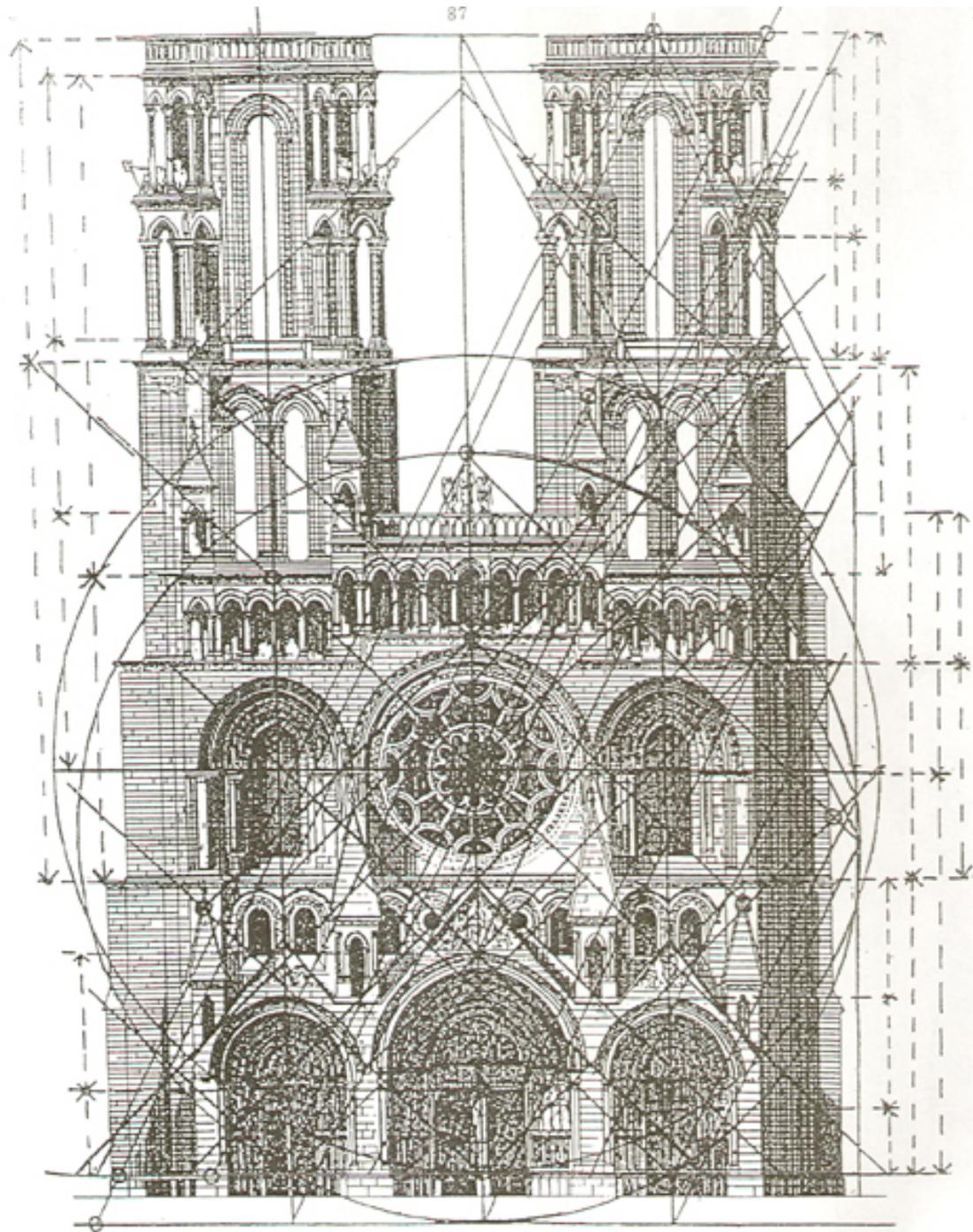


Fuente:
<https://www.vismath.eu/en/topics/golden-ratio>



Fuente:
<http://blog.8thlight.com/billy-whited/2011/10/28/r-a-ela-tional-design.html>

Partenón, Atenas, Grecia, 447- 432 a. C.



CATEDRAL DE LAON (M. LUND)

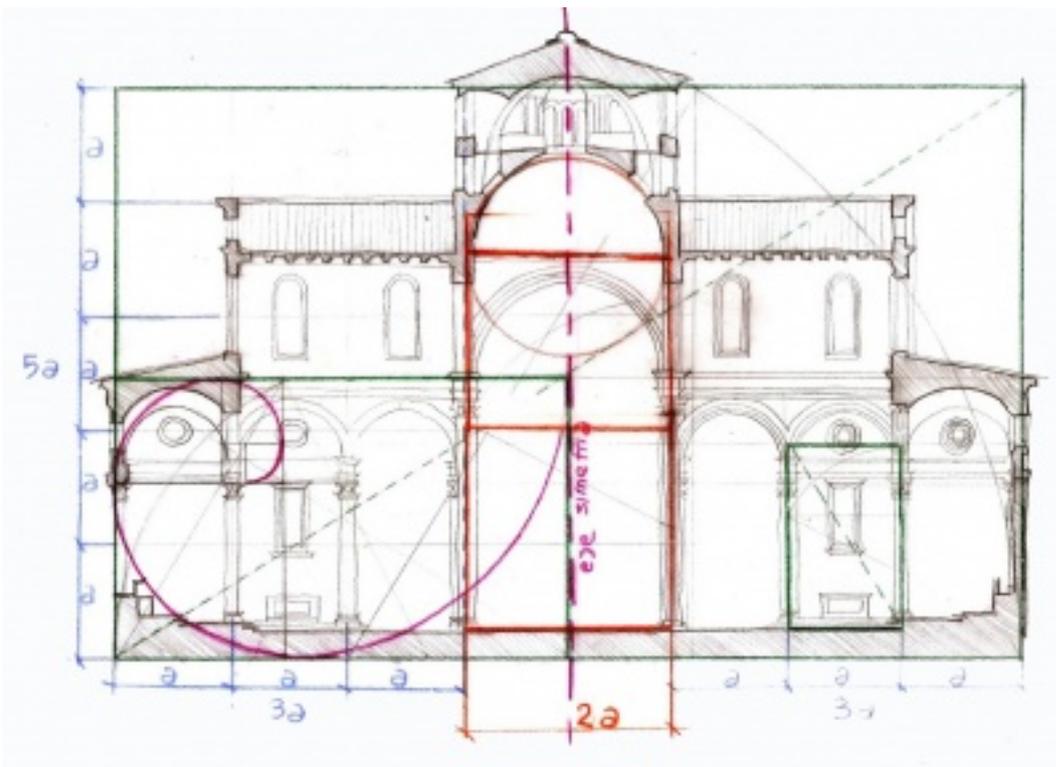
C. CHANFON

Fuente:
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/8/80/Laon_Cathedral%27s_regulator_lines.jpg

Catedral de Notre Dame, París, 1163-1345

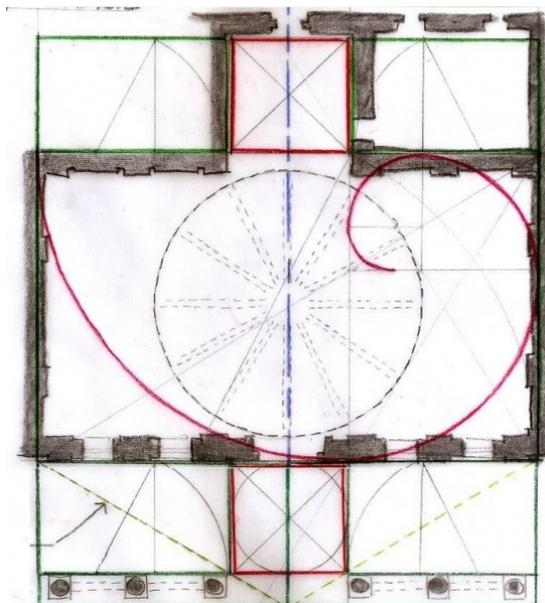
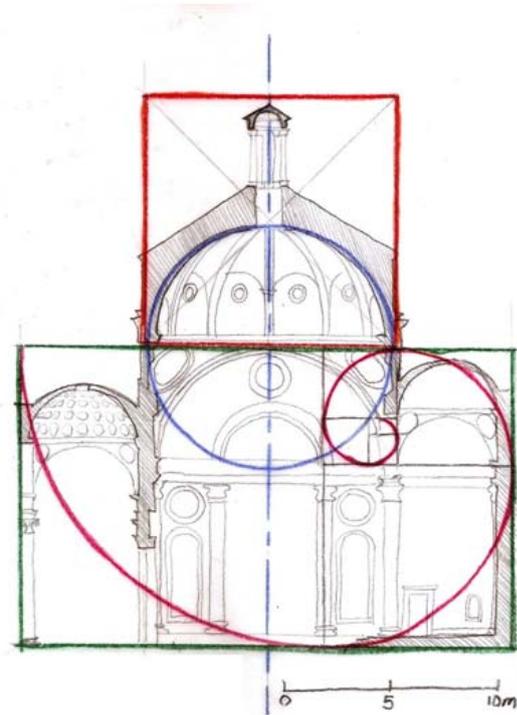
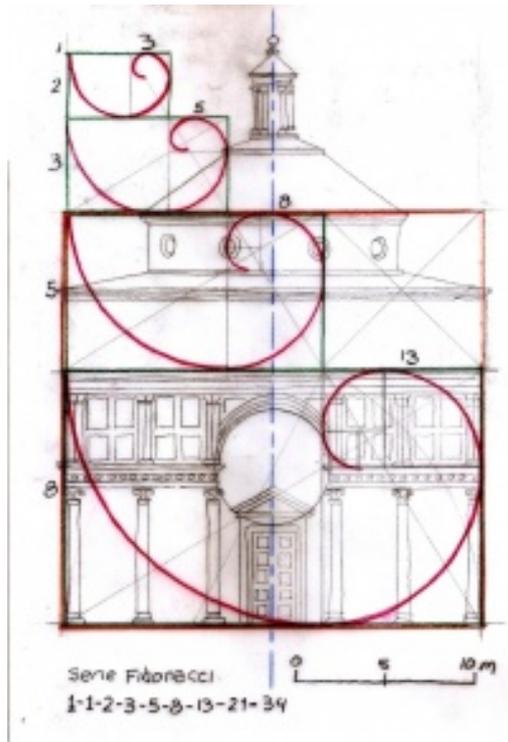


Fuente:
<http://witalia.wikispaces.com/San+Lorenzo+de+Florenzia>



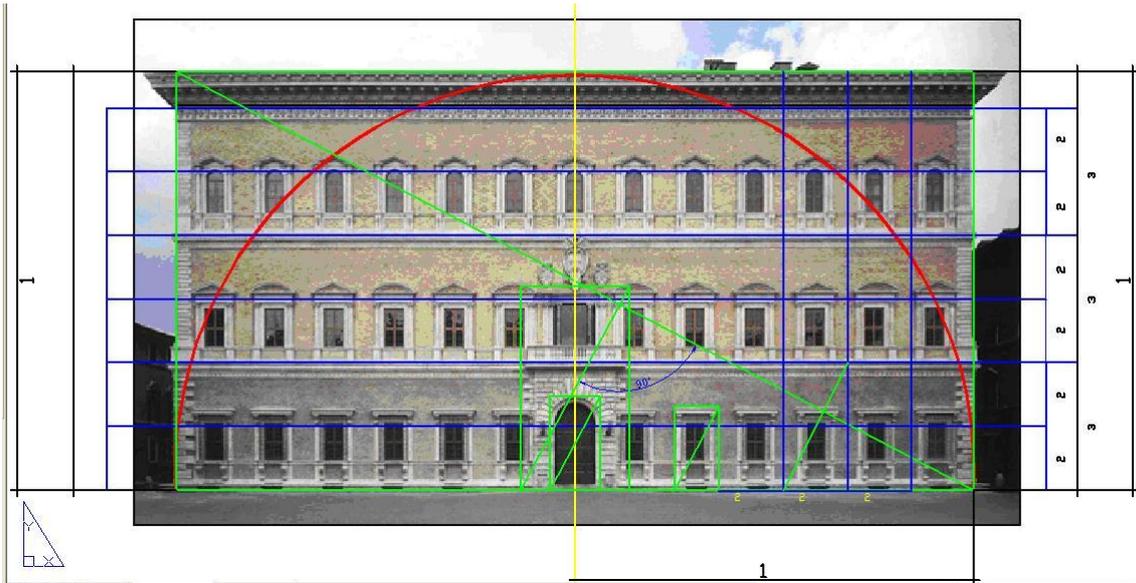
Fuente:
http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/La_Belleza_en_el_Renacimiento_Grupo_4_2011

Basílica de San Lorenzo, Filippo Brunelleschi, Florencia, Italia, 1422-1470



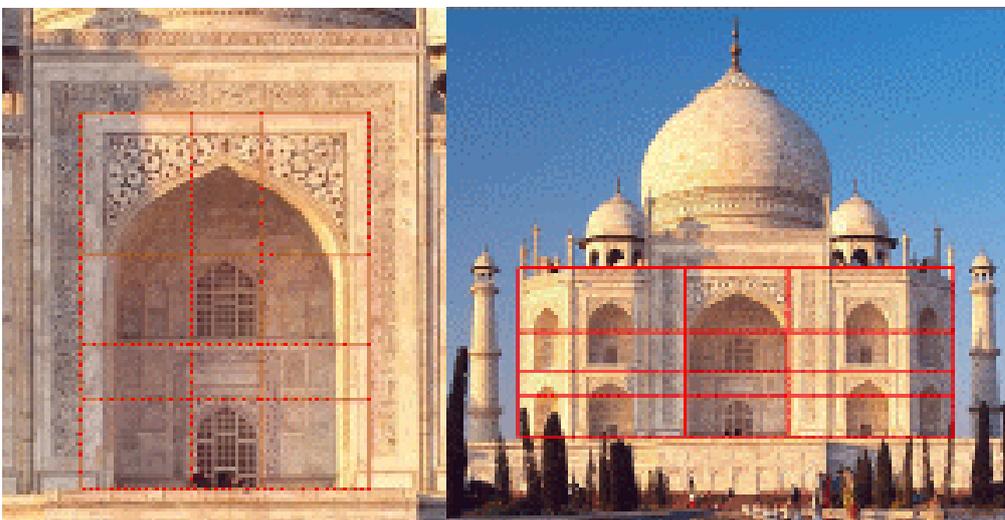
Fuente:
http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/La_Belleza_en_el_Renacimiento_Grupo_4_2011

Capella Pazzi, Filippo Brunelleschi. Florencia, Italia, 1441-1451



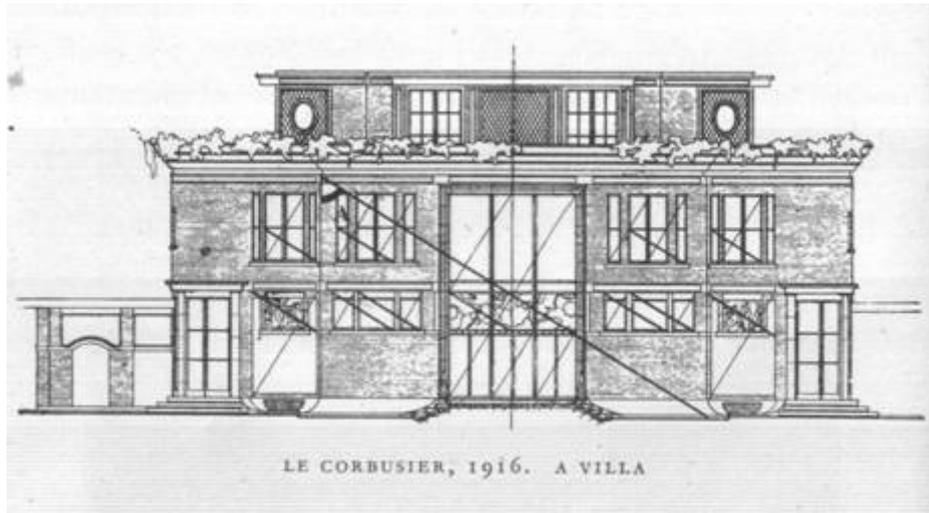
Fuente:
<http://tetraedros.blogspot.com.ar/2010/04/lineas-reguladorasantonio-da-sangallo.html>

Palacio Farnesio, Antonio da Sangallo, Roma, 1514- 1565



Fuente:
<http://www.goldennumber.net/architecture/>

Taj Mahal, Agra Uttar Pradesh, India, 1631-1654

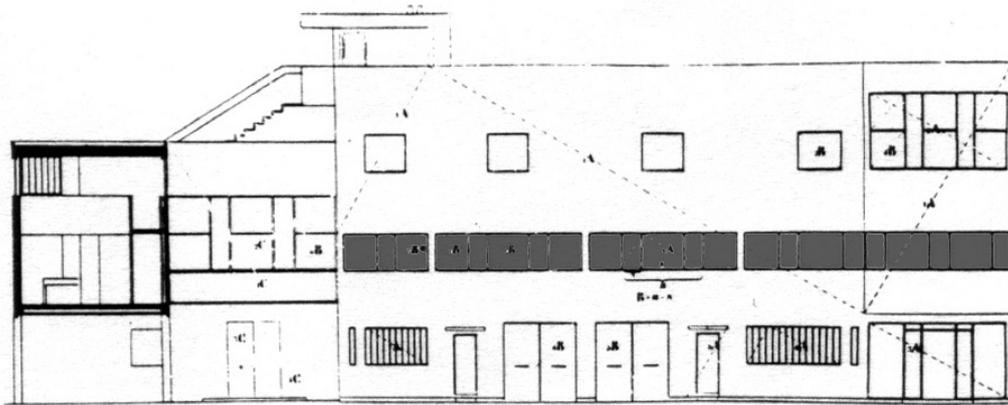


Fuente:
<http://miguelmartindesign.com/blog/wp-content/uploads/2011/01/Figure1.jpg>



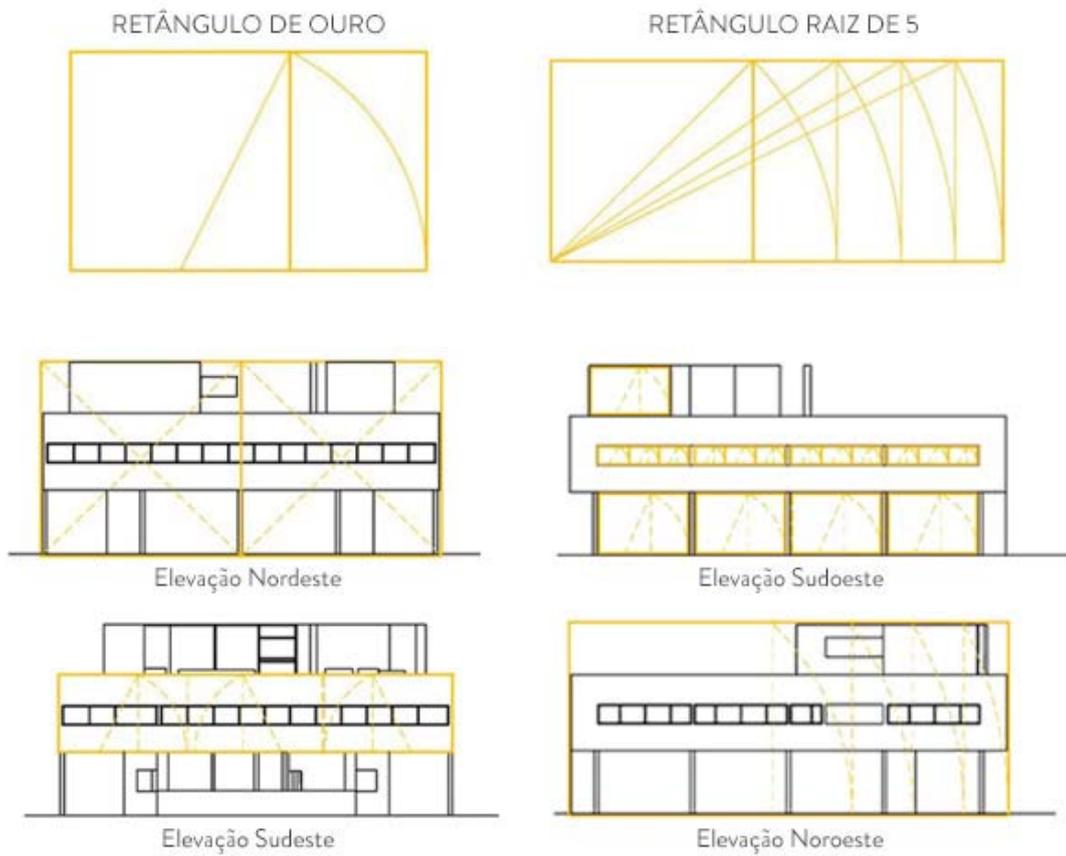
Fuente:
<http://a400.idata.over-blog.com/500x375/2/57/90/17/mai-2011/villa-turque---le-corbusier.jpg>

Villa Schwob, Le Corbusier. La Chaux-de-Fonds, Swiza, 1916



Fuente:
<http://www.ad.ntust.edu.tw/grad/think/TEAM/Andrea/Article/>

Villa La Roche-Jeanneret, Le Corbusier. Paris, Francia, 1923-1925



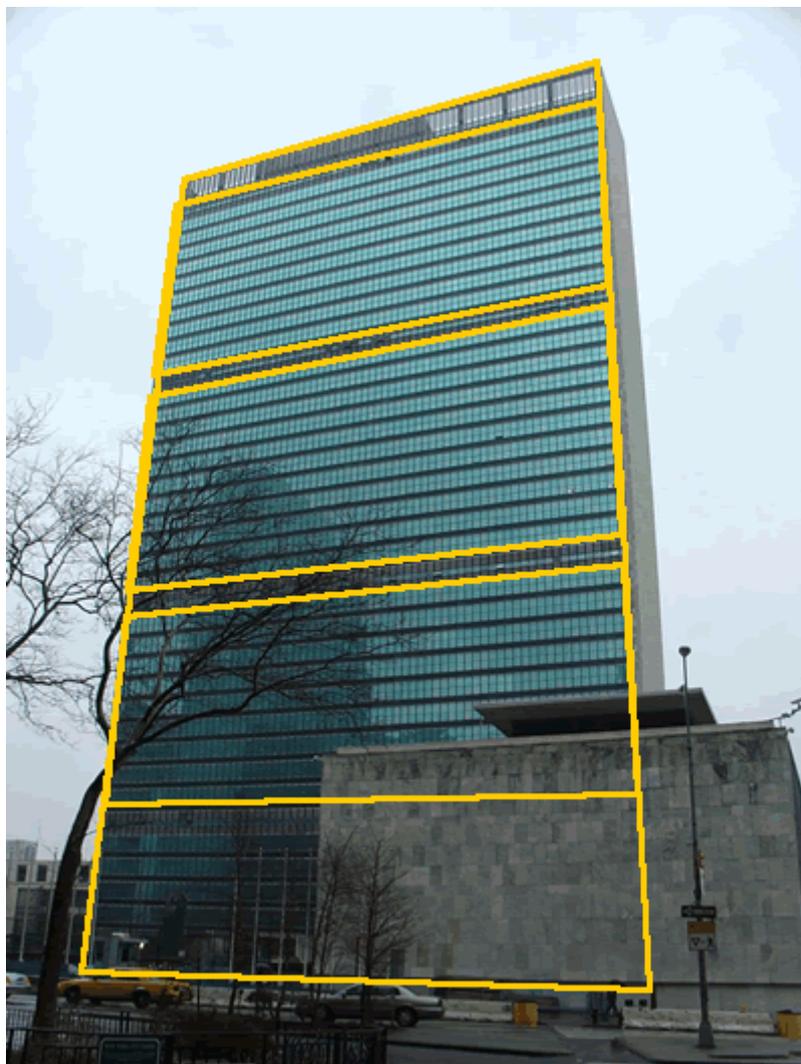
Fuente:
<http://casadaidea.com.br/wp-content/uploads/2013/01/Le-Corbusier-propor%C3%A7%C3%A3o.jpg>

Villa Savoye, Le Corbusier. Poissy, París, 1929.



Fuente:
<http://www.puntaweb.com/artexarte/feb2000/pintura4.htm>

Villa Stein, Le Corbusier. Poissy, París, 1929.

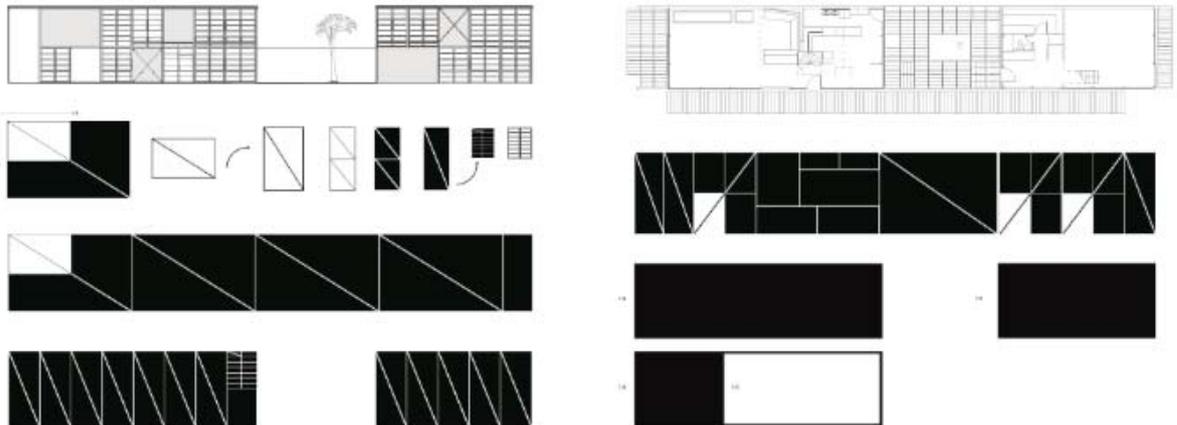


Fuente:
<http://library.thinkquest.org/trio/TTQ05063/phibeauty4.htm>

Sede de las Naciones Unidas, Wallace K. Harrison. Nueva York, USA, 1949-1952



Fuente:
http://www.taschen.com/media/images/960/cover_pr_shulman_04_csh8_1101181518_id_46409.jpg



Fuente:
<http://www.flickr.com/photos/gregs365days/6884151247/sizes/o/in/photostream/>

Case Study House No. 8, Charles Eames, 1949

2.3.3 Utilización de la proporción áurea en el diseño de mobiliario.

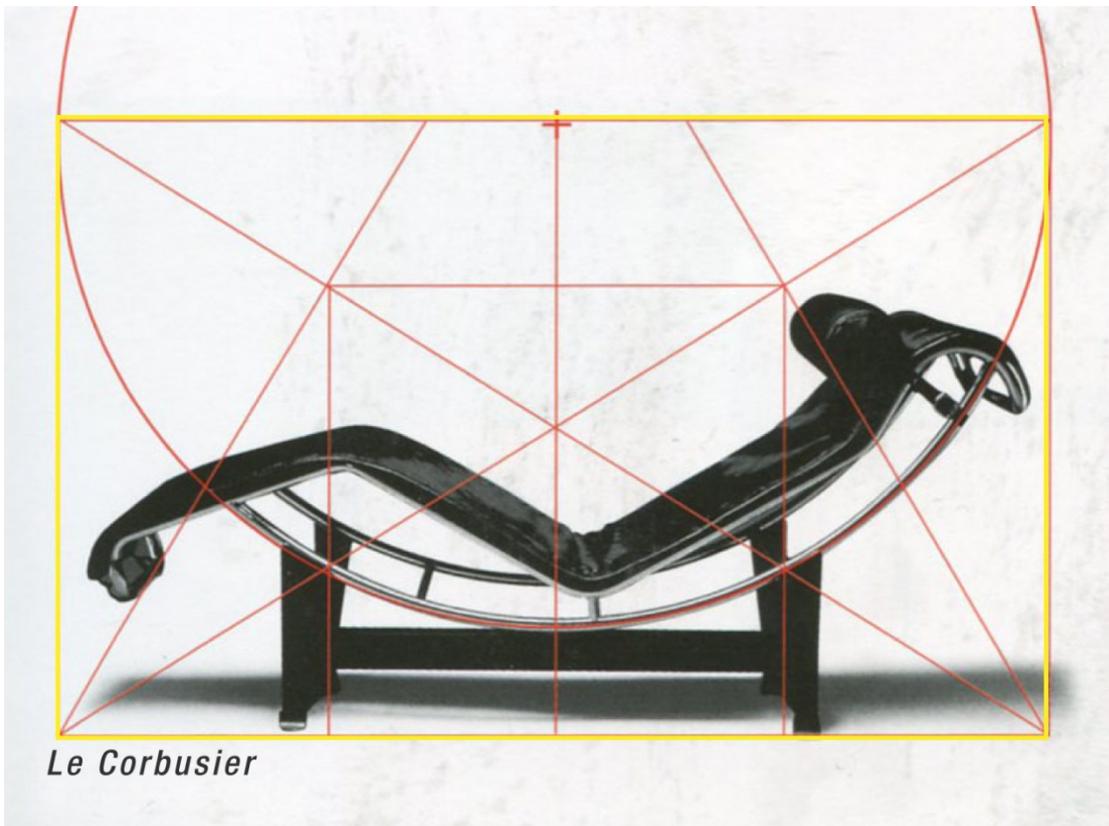
A continuación se muestran varios ejemplos de aplicación de la proporción áurea en el diseño de mobiliario a lo largo de la historia.



Thonet Vienna Chair, #14
Illustration from the Thonet Catalog.

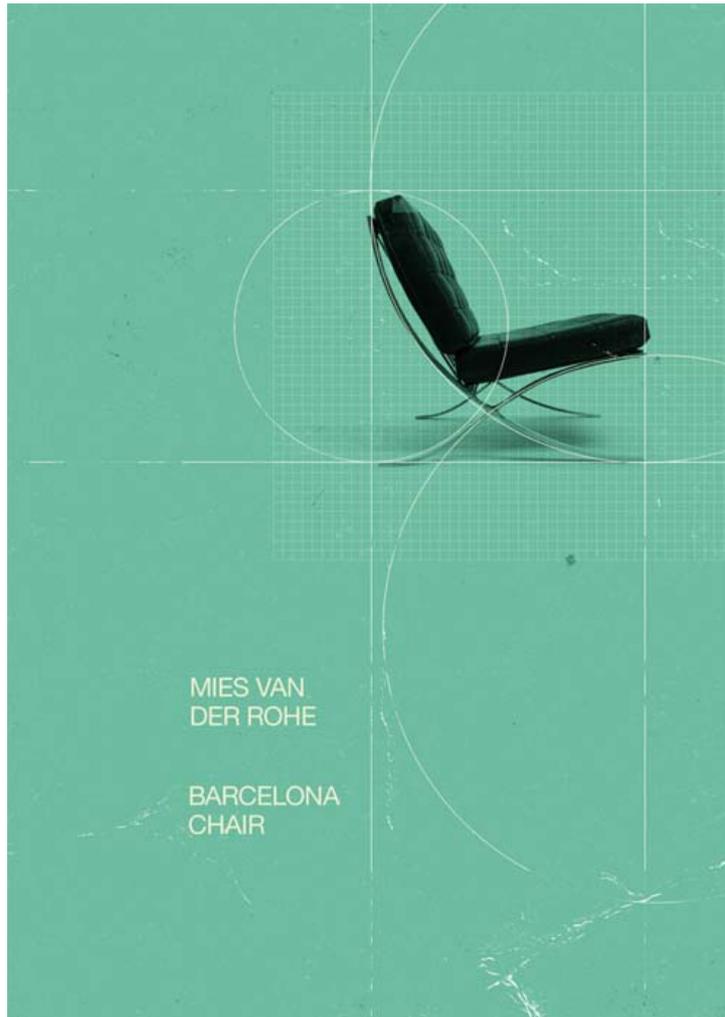
Fuente:
http://ecx.images-amazon.com/images/I/713VIDzeR5L._SL1500_.jpg

Vienna Chair N°14, Michael Thonet, 1859



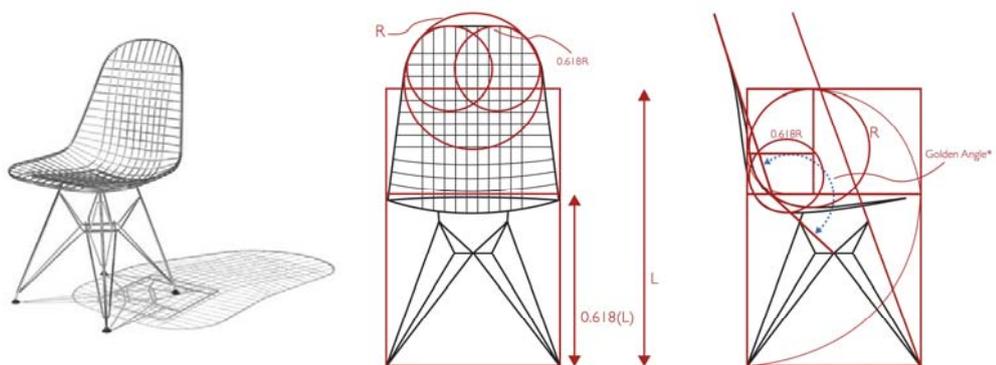
Fuente:
<http://www.wiliam.com.au/wiliam-blog/golden-ratio-the-number-1-618>

Chaise Lounge LC4, Le Corbusier, 1928



Fuente:
<http://thethingswelike.org/static/images/600/5d/5dcb6be9651d4a5e0d7abfd066751059ad2473c6.jpg>

Silla Barcelona MR90, Mies Van Der Rohe, 1930



Fuentes:
http://image.architonic.com/img_pfm2-2/201/8836/DKR_0_CH_p.jpg
<http://geoffjdesign.com/wp-content/uploads/2011/09/GoldenPure.jpg>

Silla DKR-2, Charles & Ray Eames, 1951



Fuentes:

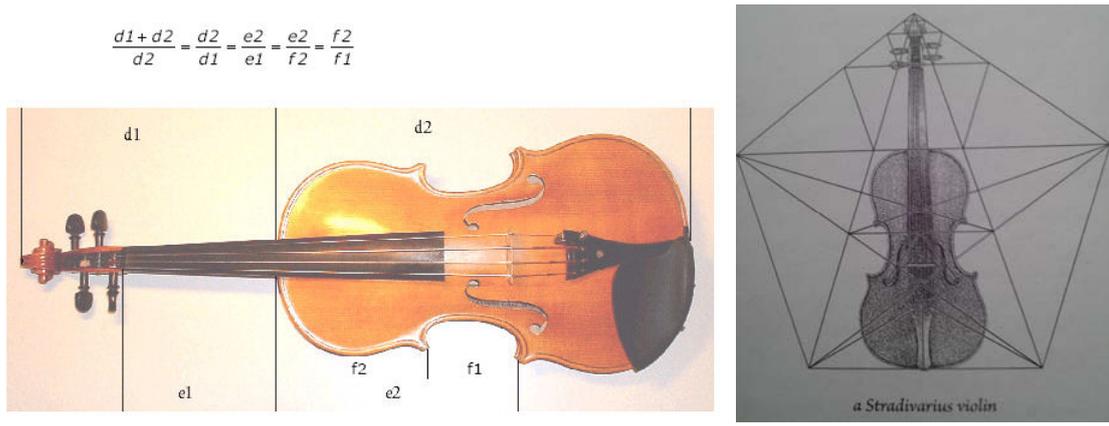
http://1.bp.blogspot.com/_N7_OBTqW0Uo/SpqK-kV4g4I/AAAAAAAAAGo/Q8LOk8nytFw/s320/Anziano+Golden+Mean147.jpg

http://www.makingwaves.be/sites/default/files/images/Anziano_leather_%20chair%20%28Copy%29.jpg

Silla Anziano, John Hutton, 1989

2.3.4 Utilización de la proporción áurea en el diseño de objetos de uso cotidiano.

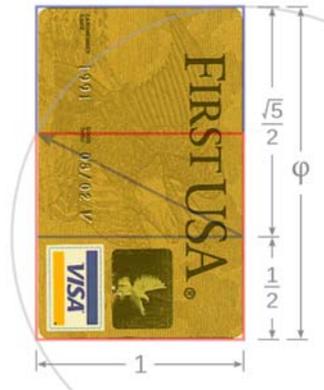
A continuación se muestran varios ejemplos de aplicación de la proporción áurea en el diseño de objetos de uso cotidiano a lo largo de la historia.



Fuente:

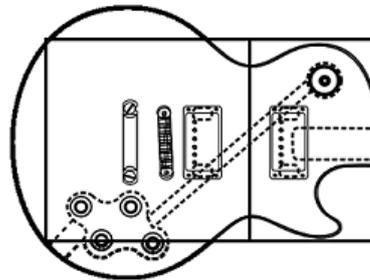
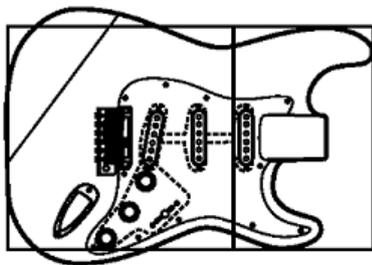
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/thumb/c/c7/Violin_of_Johann_Goldfu%C3%9F.jpg/120px_Violin_of_Johann_Goldfu%C3%9F.jpg

Violin Stradivarius, Familia Stradivari, 1680.



Fuente:
<http://www.wiliam.com.au/wiliam-blog/golden-ratio-the-number-1-618>

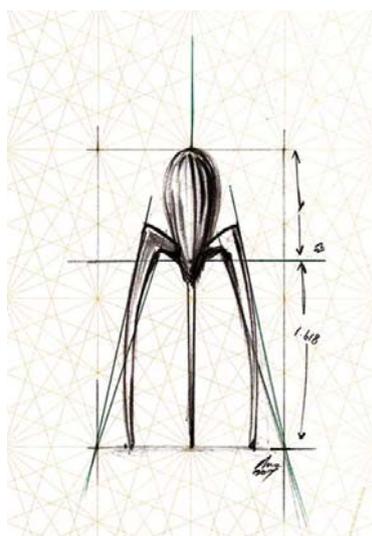
Tarjetas de crédito, New York, USA, 1940



<http://www.lespaulforum.com/forum/showthread.php?t=186448>

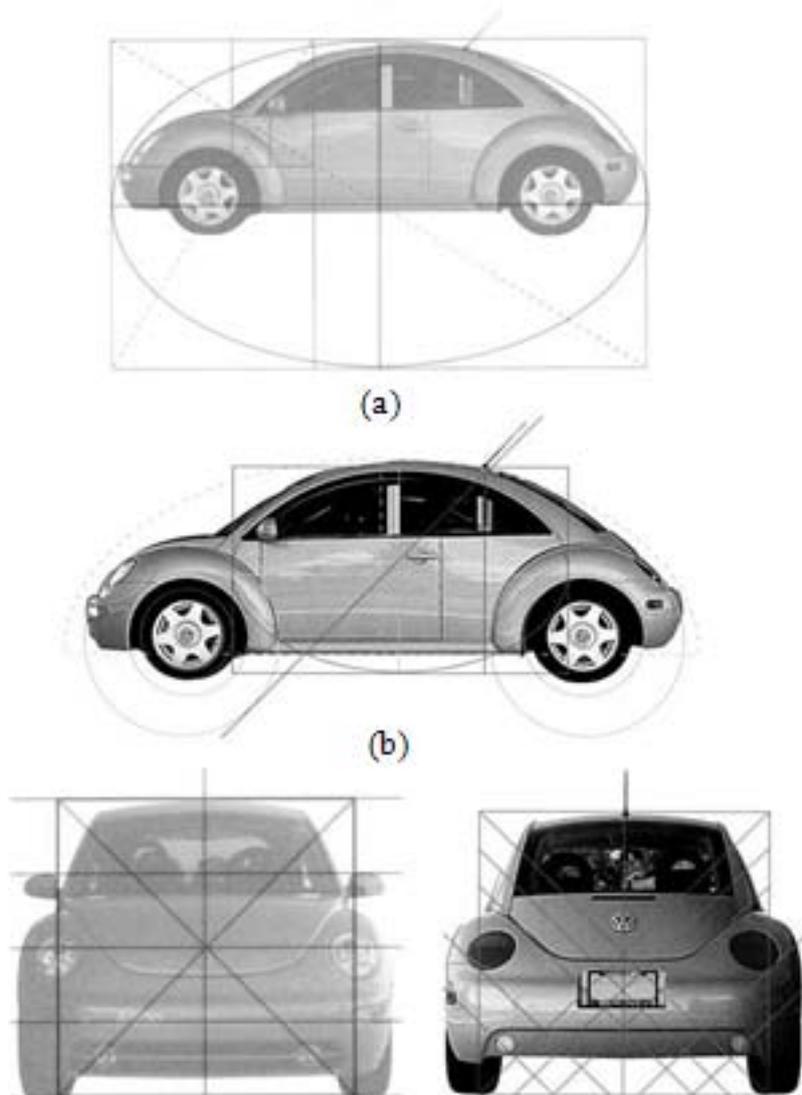
Fender Stratocaster, Leo Fender, 1954

Gibson Les Paul, Lester William Polsfuss (Les Paul) 1952



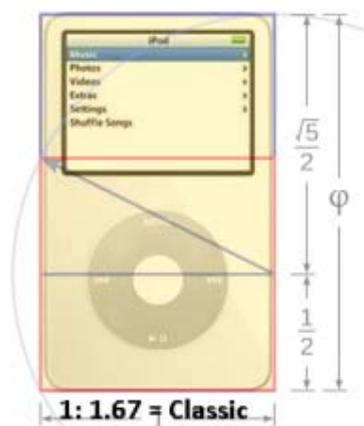
http://www.independent.co.uk/migration_catalog/article5219545.ece/ALTERNATES/w620/starck.jpeg

Juicy Salif , Philippe Starck, 1991



Fuente:
http://article.sapub.org/image/10.5923.j.arts.20110101.01_051.gif

Volkswagen New Beetle, Alemania 1998

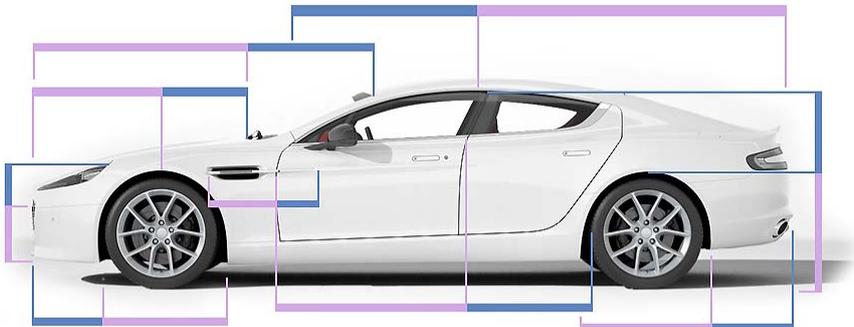
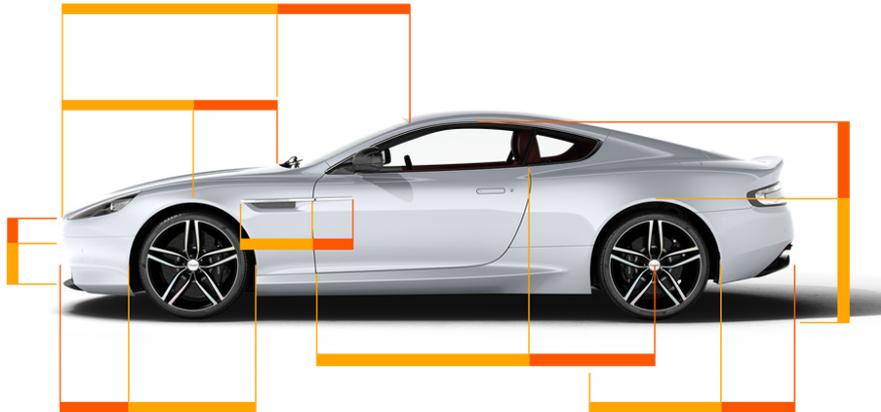


Fuente:
<http://www.wiliam.com.au/wiliam-blog/golden-ratio-the-number-1-618>

iPod Classic, Apple, 2004



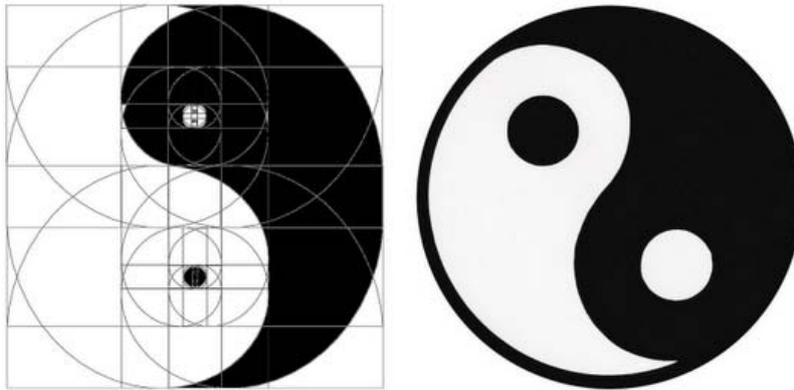
Fuente:
<http://www.calebgittins.com.au/news/the-golden-ratio-in-web-design-and-development/>
iPhone 4, Apple, 2010



<http://www.goldennumber.net/aston-martin-golden-ratio/>
Aston Martin DB9, Inglaterra 2004

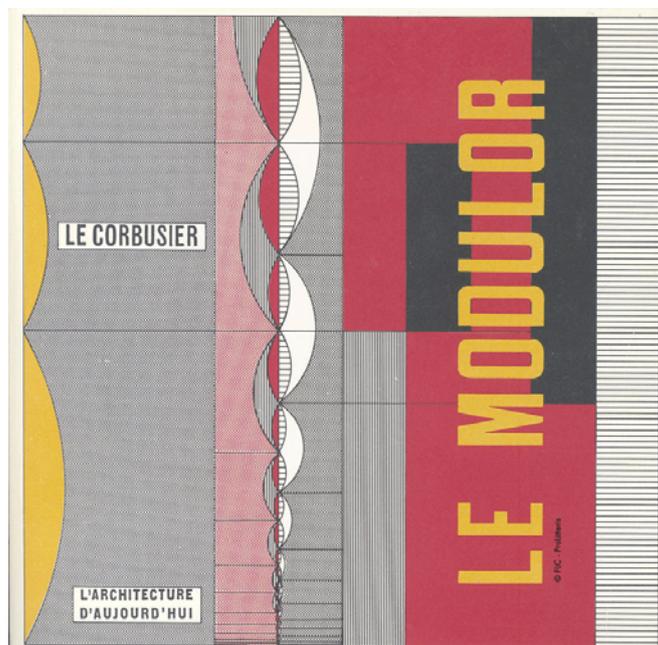
2.3.5 Utilización de la proporción áurea en el diseño gráfico.

A continuación se muestran varios ejemplos de aplicación de la proporción áurea en el diseño gráfico a lo largo de la historia.



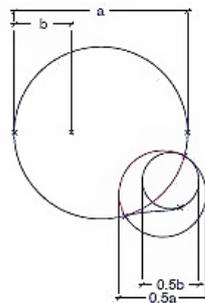
Fuente:
<http://www.artslant.com/ny/articles/show/31265>

Yin Yang, China.



Fuente: http://www.tiempodereloes.com/sites/default/files/579_photo_le-modulor-i.gif

Tapas del libro Le Modulor, Le Corbusier, 1948



Fuente:
http://www.kaplusa.com/blog/wp-content/uploads/2010/09/golden_logos.jpg

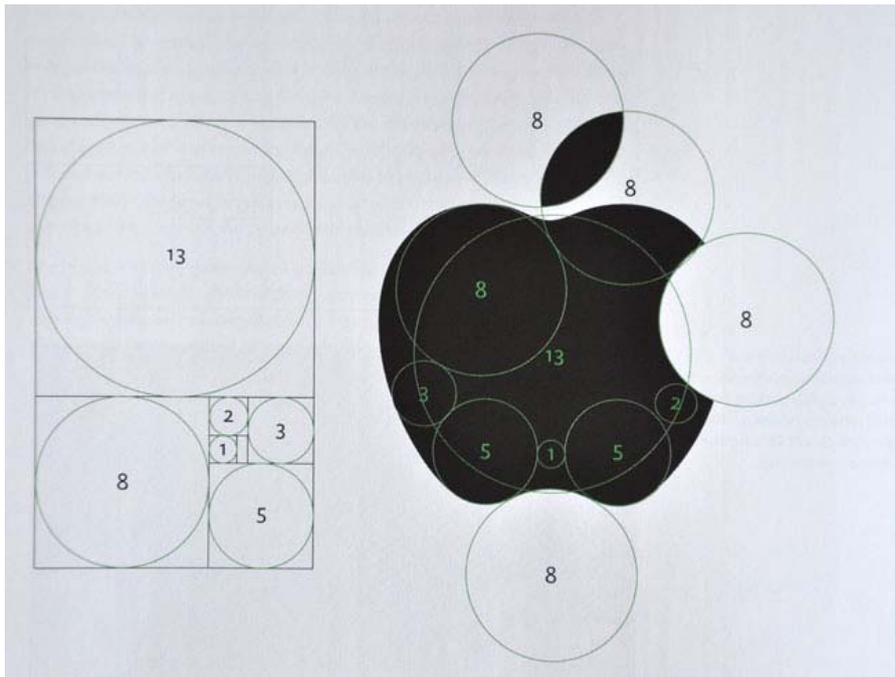
Fuente:
<http://www.goldenumber.net/car-auto-golden-ratio-logo-design/>

Logotipos: Toyota, 1933 - Nissan, 1911 - Atari, 1972 - Pepsi, 2008 - Porsche, 1931



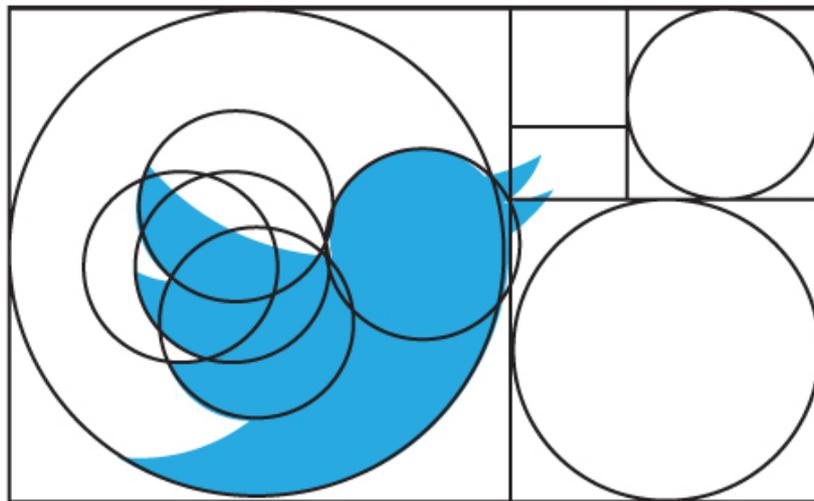
Investigación: Federico Mauro Costa

Fuente:
Investigación propia.
Logotipo The Beatles, Ivor Arbiter, 1963



Fuente:
<http://www.davidairey.com/images/books/design-by-nature-13.jpg>

Logotipo Apple, Rob Janoff, 1976



Fuente:
http://farm8.staticflickr.com/7137/7468676474_38658c4cf3_z.jpg

Logotipo Twitter, 2006

2.3.6 Observación de la proporción áurea en el cuerpo del hombre.

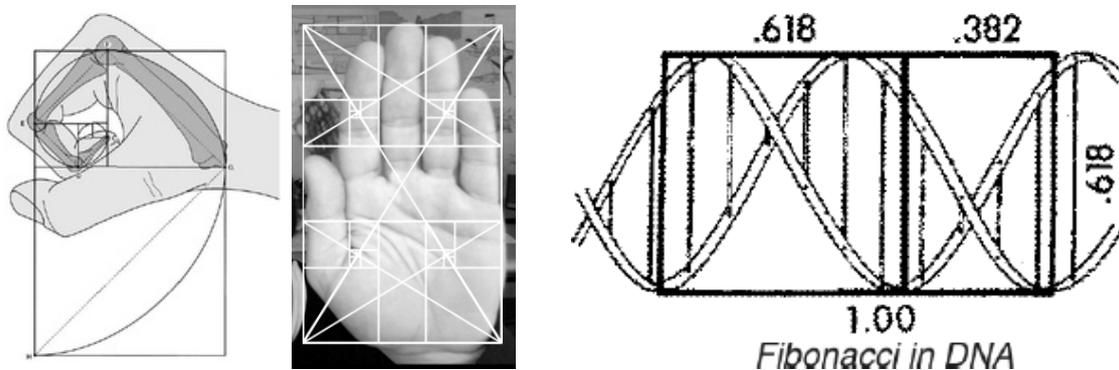
Los griegos crearon su arquitectura y su escultura componiendo en proporciones áureas. Los cánones y los módulos (Vignola) aparecen luego, en el Renacimiento, como síntoma de declinación creativa. Estos módulos son como una ingeniosa fórmula de fraccionamiento geométrico del cuerpo del hombre y de las obras de arte de la arquitectura, para facilitar su repetición en medidas o escalas diferentes. Esta franquicia no es el camino para la creación original ni el método eficaz para componer. La relación Áurea resuelve y facilita la solución del viejo y eterno problema de las artes plásticas: las proporciones armónicas.

La organización morfográfica del cuerpo del hombre, en cuanto a sus proporciones áureas se refiere, es una particularidad universal no más importante que esa misma organización en el átomo o la molécula, sea de gas, líquido o sólido, ni más asombrosa que la formación de un cristal, una flor o un animal. Las proporciones áureas del cuerpo humano son las únicas particularidades idénticas y constantes durante todo el desarrollo completo de la vida de esta extensa y variada familia.

La medida de un hombre es un acontecimiento personal, cambiante y sin significación. Los cánones deducidos en base a esas medidas son una fijación topográfica repetida, sistematizada, estática. En cambio, las proporciones áureas del cuerpo del hombre son la eterna relación, consigo mismo y el universo. Donde esta presente la naturaleza, asoma la organización orgiástica de la proporción áurea. El artesano inteligente sabe captarla; solamente así adquiere la posibilidad de elaborarla y aplicarla plásticamente; y si trasciende a su obra, es seguro que la devuelve magnificada con su fragancia humana y el calor de su sensibilidad.

Fuente:
La composición áurea en las artes plásticas - Pablo Tosto - Librería Hachette S.A.

A continuación se muestran varios gráficos que documentan la observación de la proporción áurea en el cuerpo humano.



Fuentes:
<http://howtoarchitect.tumblr.com/post/18846694387/the-golden-ratio>
<http://empowerednutrition.com/golden-harvest-golden-ratio-your-perfect-body/>

La mano del hombre en distintas posiciones.

Frecuencia de generación de ADN

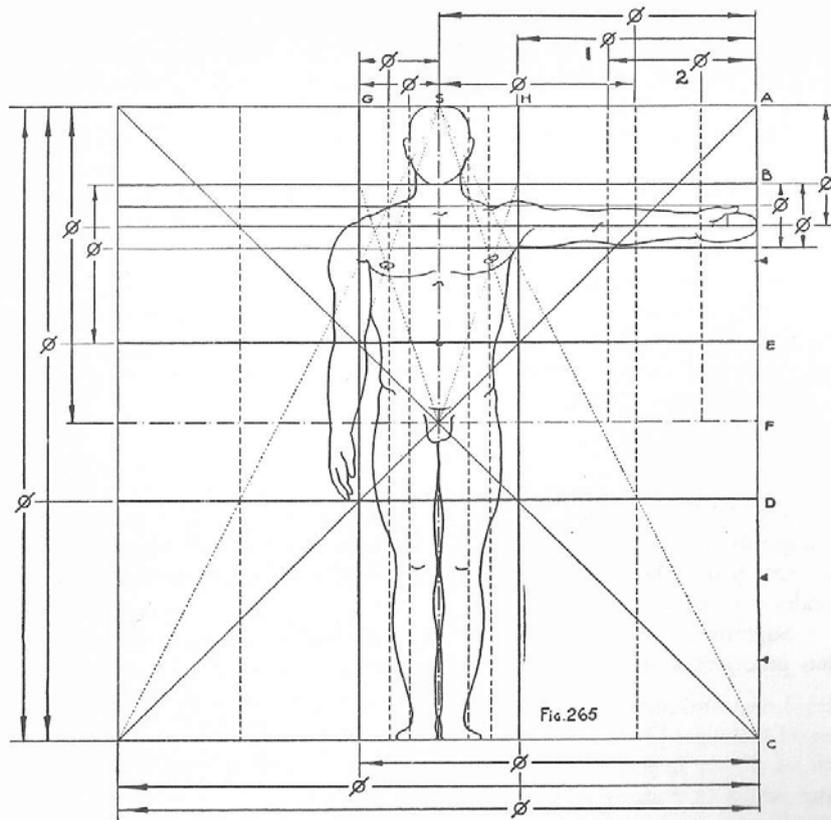


Fig. 265. La proporción áurea del cuerpo del hombre normal, de desarrollo completo y correcto; conjunto total.

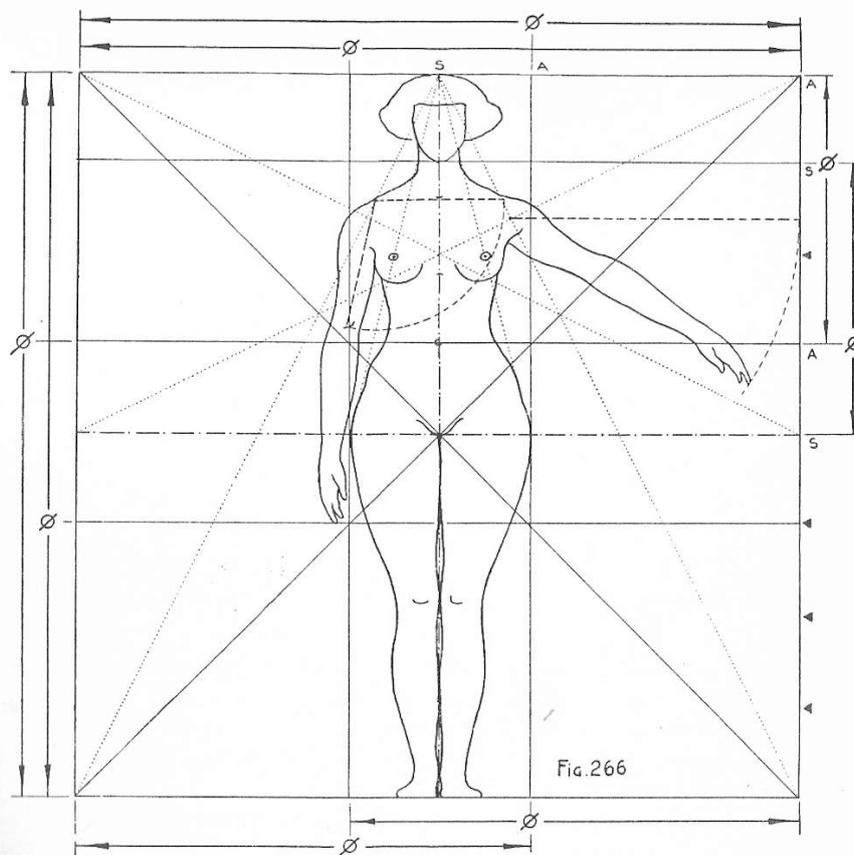
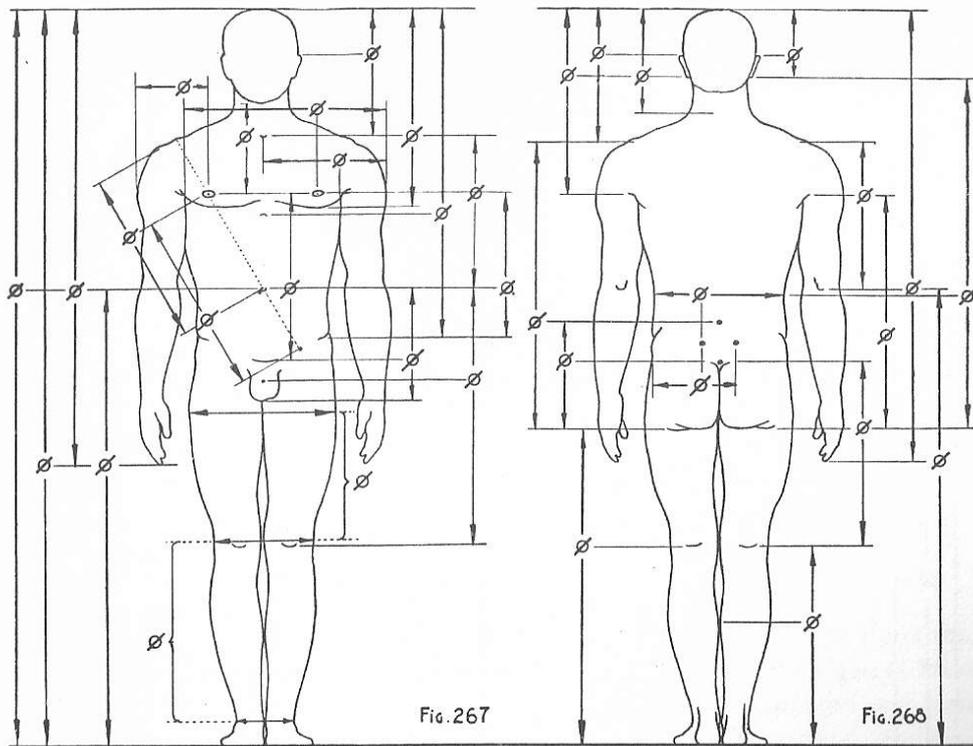


Fig. 266. La proporción áurea del cuerpo de la mujer normal, de desarrollo completo y correcto; conjunto total.



Figs. 267, 268. La proporción áurea del cuerpo del hombre normal, en detalle, de frente y de atrás.

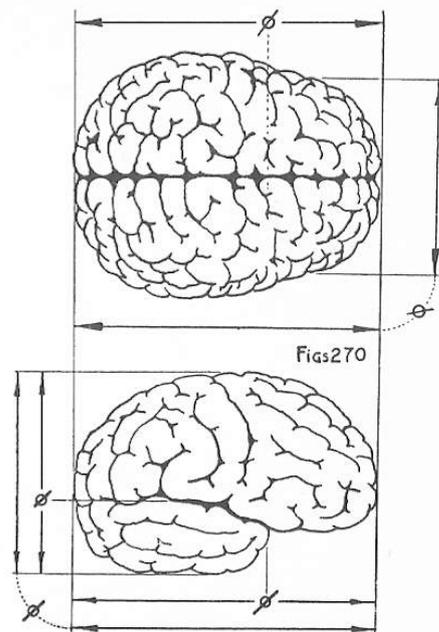
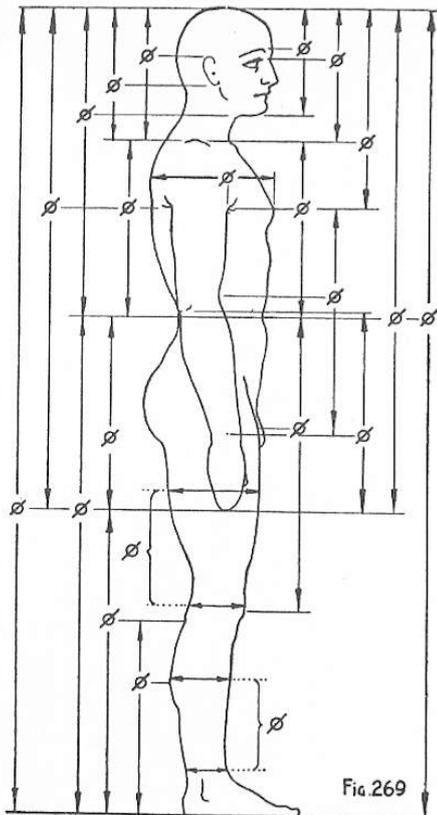
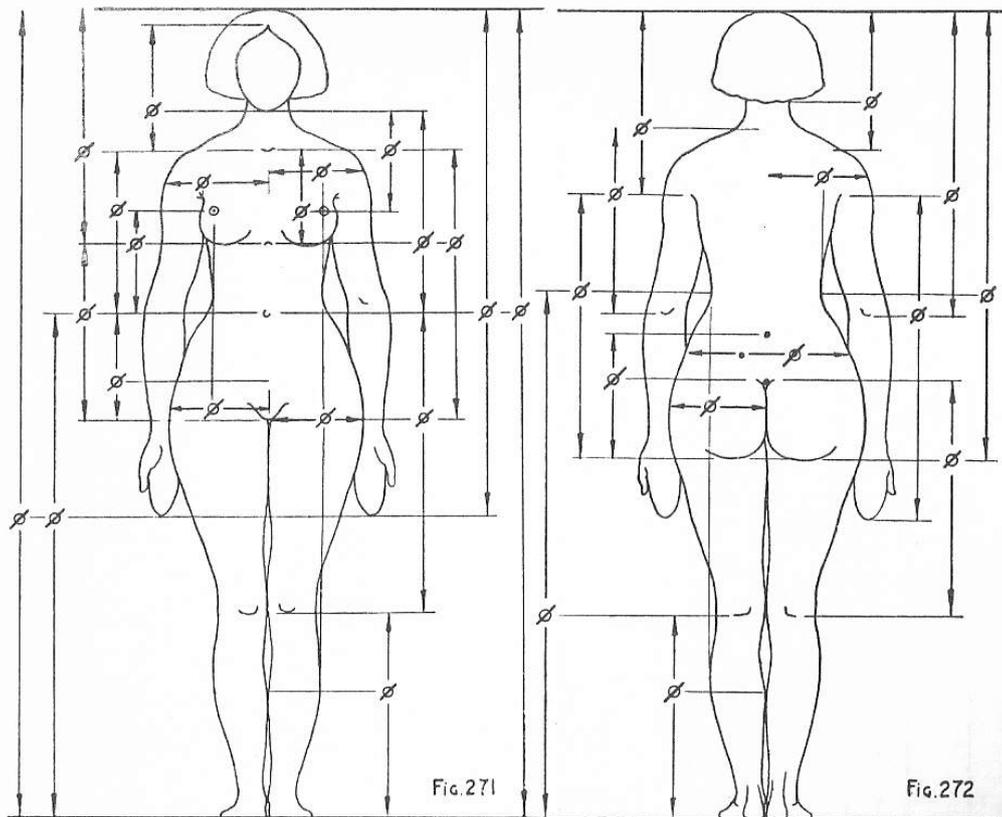


Fig. 269. La proporción áurea del cuerpo del hombre normal, en detalle, de perfil.

Figs. 270. La proporción áurea en el cerebro humano, visto de arriba y perfil.



Figs. 271, 272. La proporción áurea en el cuerpo de la mujer, bien desarrollada y normal, de frente y de atrás.

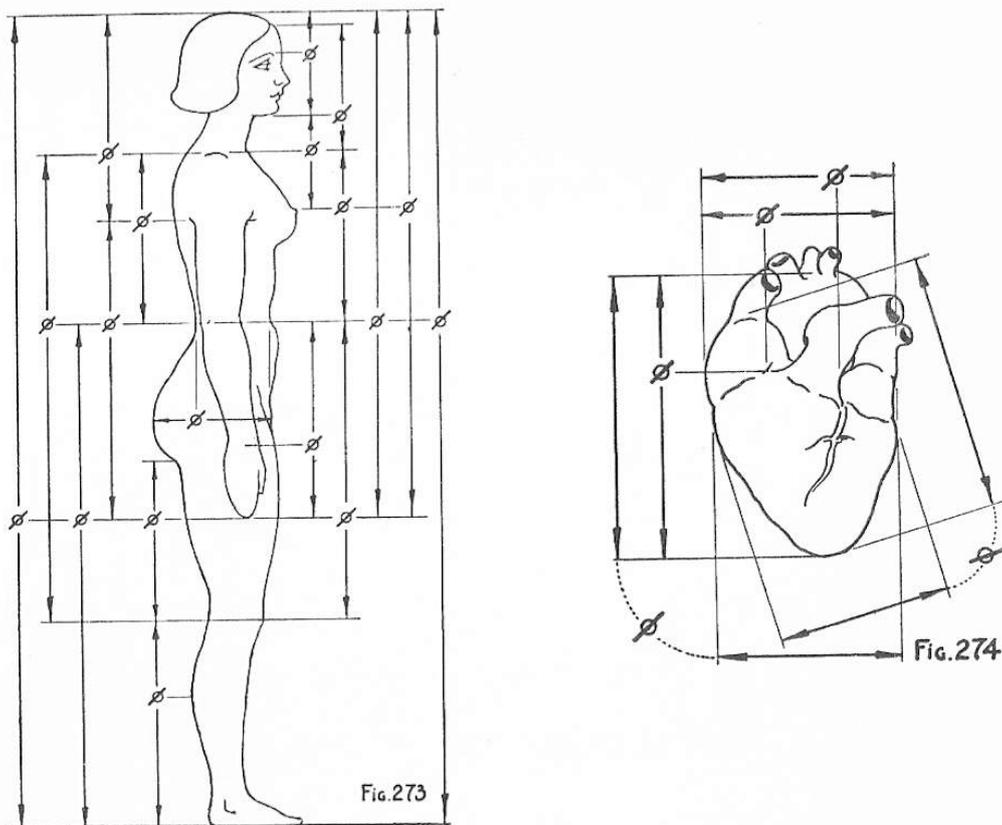


Fig. 273. La proporción áurea en el cuerpo de la mujer, normal y bien desarrollada, de perfil.

Fig. 274. La proporción áurea en el corazón humano.

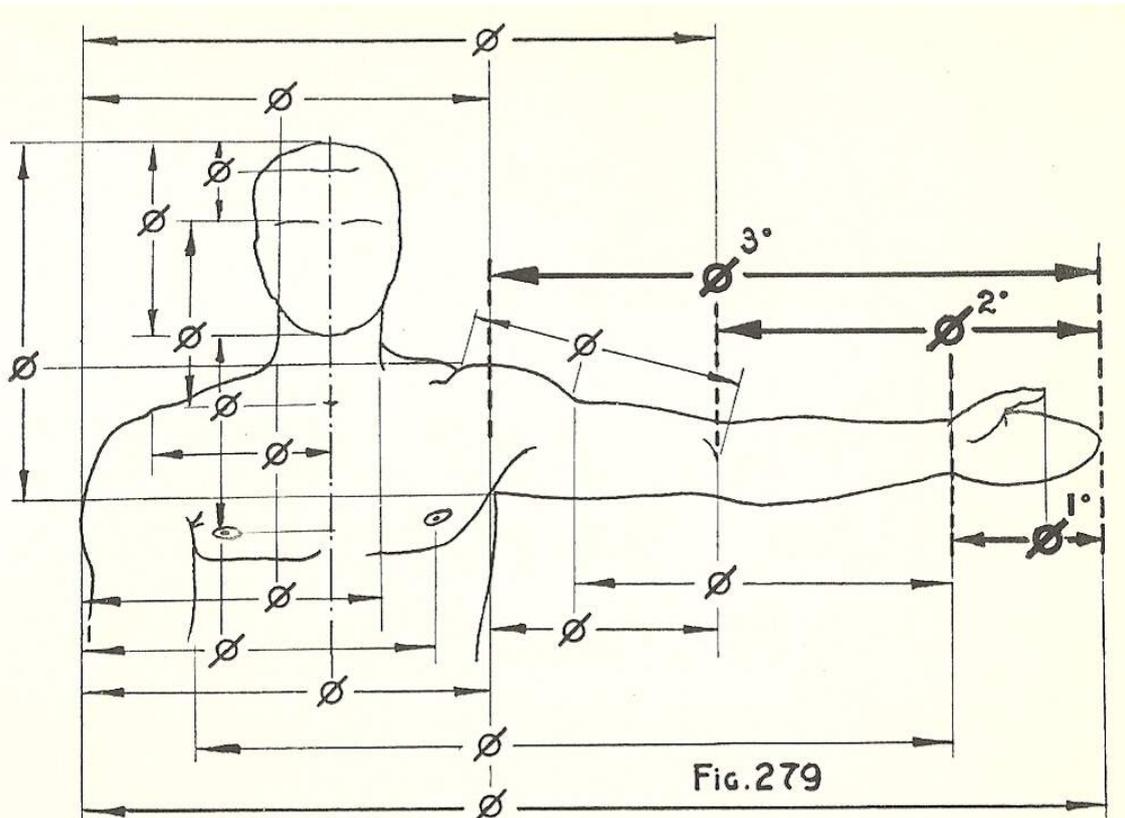
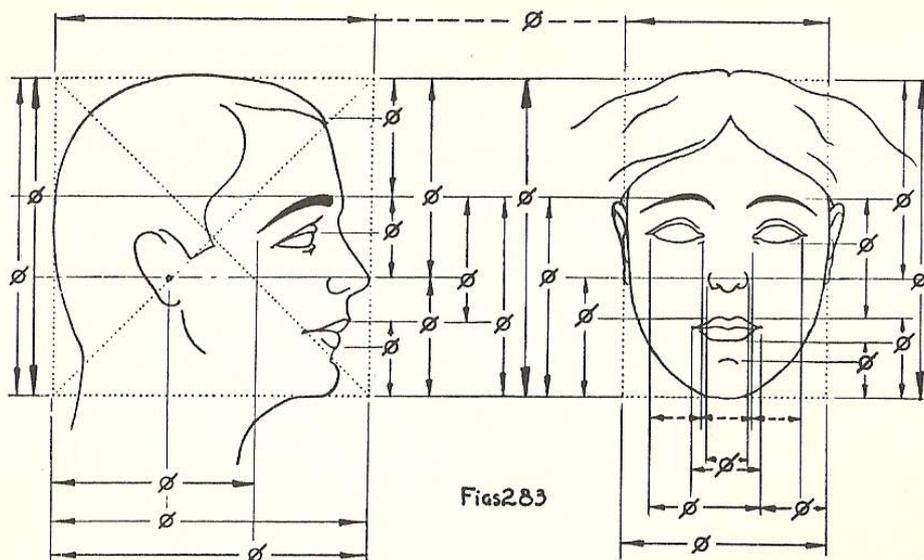


Fig. 279. La proporción áurea en el torso del hombre, y el ÍNDICE BRAQUIAL ÁUREO.



Figs. 283. La proporción áurea en la cabeza del hombre y de la mujer, de perfil y de frente.

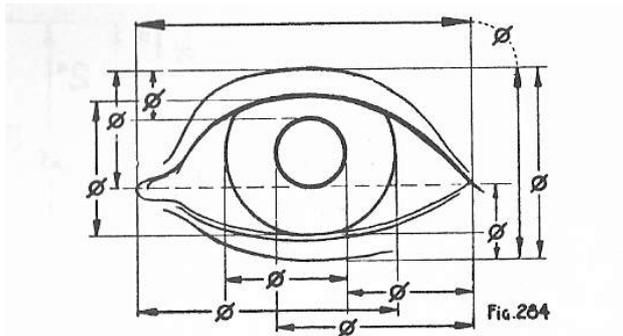


Fig. 284. La proporción áurea en el ojo humano.

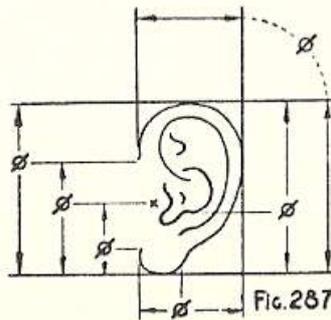
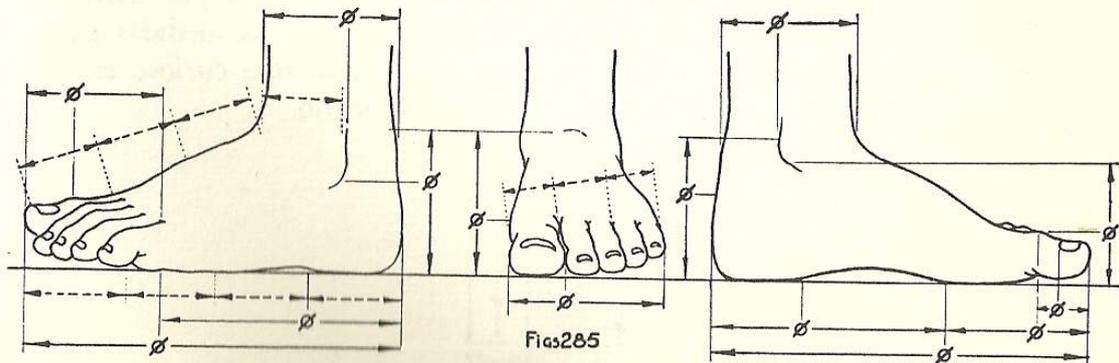


Fig. 287. La proporción áurea en la oreja normal del hombre.



Figs. 285. Proporción áurea y medidas iguales encadenadas, en el pie del hombre normal.

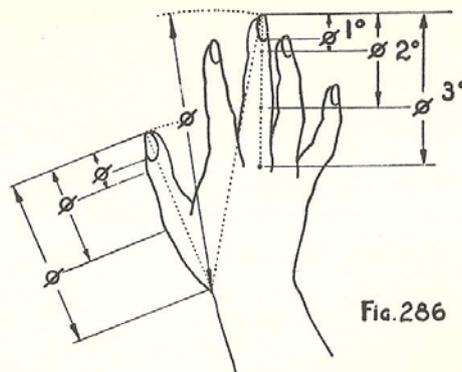


Fig. 286. La proporción áurea en la mano normal y el ÍNDICE DIGITAL ÁUREO.

Fuente:
La composición áurea en las artes plásticas - Pablo Tosto - Librería Hachette S.A.

Capítulo 3.

Estudio antropométrico aplicado.

La fascinación de filósofos, artistas, teóricos y arquitectos por el cuerpo humano y su tamaño se remonta a muchos siglos atrás. En el único tratado de arquitectura completo que ha llegado a nuestros días, Vitruvio, que vivió en Roma del siglo I, a. J.C., escribió:

Pues el cuerpo humano es de tal manera diseñado por la naturaleza que la cara, desde el mentón hasta la parte superior de la cabeza y las raíces del cabello, es la décima parte de toda la altura; igual sucede con la mano abierta, desde la muñeca hasta la punta del dedo medio; la cabeza, desde el mentón hasta la corona, es un octavo; y con el cuello y hombro que, desde la parte superior del pecho hasta las raíces del cabello, es un sexto, y un cuarto, desde la mitad del pecho hasta la corona. Si tomamos la altura de la cara, desde el fondo del mentón hasta el orificio de las fosas nasales, es un tercio de la misma; otro tanto ocurre con la nariz, desde sus orificios hasta una línea que pase por la mitad de las cejas. La longitud del pie es un sexto de la altura del cuerpo; el antebrazo, un cuarto; y la anchura del pecho es también un cuarto. Los miembros restantes tienen igualmente sus propias proporciones simétricas y gracias a su utilización los pintores y escultores de la Antigüedad alcanzaron grande e imperecedero renombre.

... Nuevamente, el punto central del cuerpo humano es el ombligo. Pues, si centramos un par de compases en el ombligo de un hombre tendido con su espalda contra el suelo y con sus manos y pies extendidos, veremos que las puntas de los dedos de estos tocarán la circunferencia del círculo descrito con centro en aquel. Y del mismo modo que el cuerpo humano tiene un contorno circular, también puede obtenerse a partir de él, una figura cuadrada. En efecto, si tomamos la medida desde las plantas de los pies hasta la parte superior de la cabeza y aplicamos, entonces, esta dimensión a los brazos totalmente extendidos, la anchura será igual a la altura, como sucede en las superficies planas que son perfectamente cuadradas.

Vitruvio no solo estaba interesado por las proporciones del cuerpo, sino también por sus implicaciones metrológicas. Refiriéndose al diseño del templo griego nos dice: por otra parte, ellos obtuvieron de los miembros del cuerpo humano las dimensiones proporcionadas que necesariamente aparecen en todos los trabajos constructivos, el dedo o pulgada, el palmo, el pie, el codo.

Durante la Edad Media, Dionisio, monje de Phourna en Agrapha, escribió del cuerpo humano como «de altura, nueve cabezas»³ y Cennino Cennini, italiano del siglo XV, describió la altura del hombre como igual a su anchura con los brazos extendidos/ En el Renacimiento Leonardo da Vinci concibió su famoso dibujo de figura humana, basada en el hombre-norma de Vitruvio (fig. 1-1). John Gibson y J. Bonomi, a mediados del siglo XIX se encargaron de recomponer la figura de Vitruvio (fig. 1-2) y más tarde, dos mil años después de que Vitruvio escribiera sus diez libros de arquitectura, Le Corbusier revivió el interés hacia la norma de Vitruvio creando *El Modulor* (fig. 1-3). Cualquier comentario acerca del tamaño y dimensión del cuerpo será incompleto si

no menciona la denominada Sección Áurea, nombre dado en el siglo XIX a la proporción fruto de dividir una línea en lo que Euclides, 300 años a. J.C., llamó «razón media y extrema».5 Según Euclides, una recta se corta en esta razón sólo cuando «todo el segmento de recta es al mayor como éste es al menor». Aunque al menos tres términos son los requeridos para cualquier proporción, lo que destaca en la Sección Áurea es que el tercero es igual a la suma de los dos restantes. Tan apasionante era la noción de Sección Áurea, que el inicio del siglo XVI, Luca Paccoli, íntimo amigo de Leonardo y probablemente el matemático más famoso del momento, escribió un libro sobre el tema titulado *Divina Proportione*, donde atribuye a la Sección Áurea muy diversas propiedades místicas en el campo de la ciencia y el arte. Afirmó, por ejemplo, que estaba en posesión de la facultad de detectar «un principio estético que se halla en las formas arquitectónicas, en el cuerpo humano e, incluso, en las letras del alfabeto latino».

Se ha llegado a declarar que la Sección Áurea supera ampliamente al resto de las proporciones. Experimentos realizados en la actualidad se dice que han demostrado la preferencia de la mayoría de las personas por aquellas proporciones que se aproximan más a la razón media y extrema euclídea. Esta razón se utilizó como elemento activo en el diseño arquitectónico durante el Renacimiento, mientras que, en la Antigüedad y en la Edad Media, la arquitectura se sirvió con preferencia de la Sección Áurea.

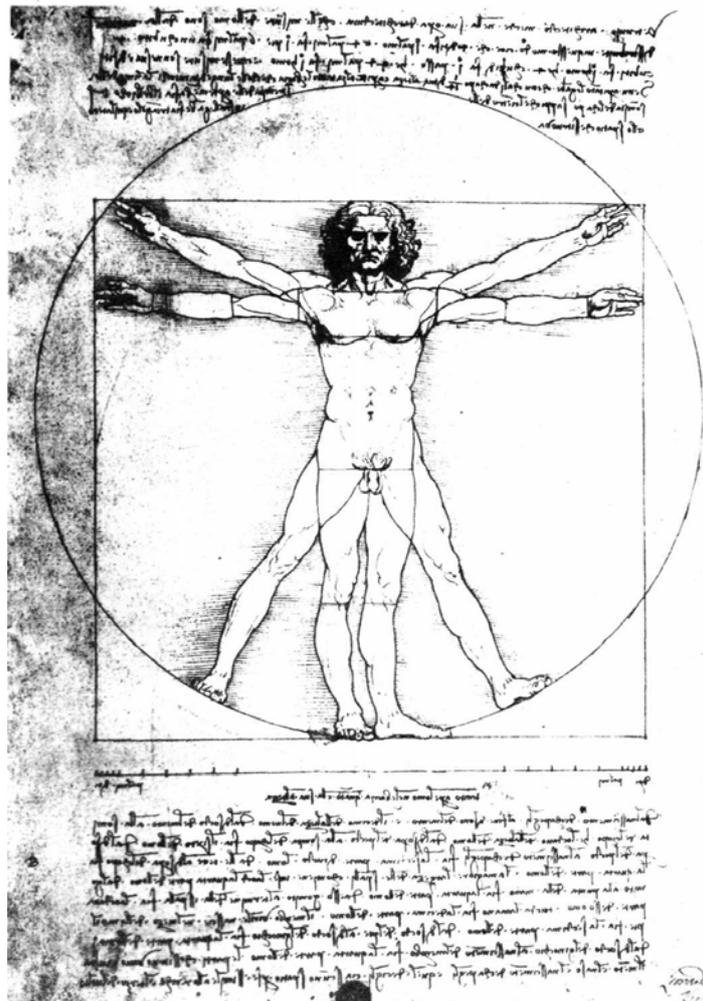


Fig. 1-1. Famoso dibujo de Leonardo Da Vinci basado en el hombre patrón de Vitruvio. Fotografía cortesía del Bettmann Archive, Inc.

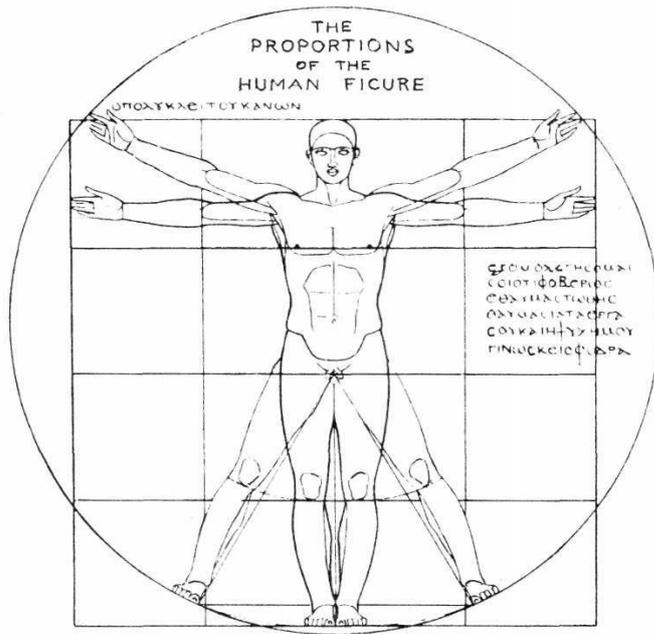


Fig. 1-2. El Hombre de Vitruvio, por John Gibson y J. Bonomi, Londres, 1857.

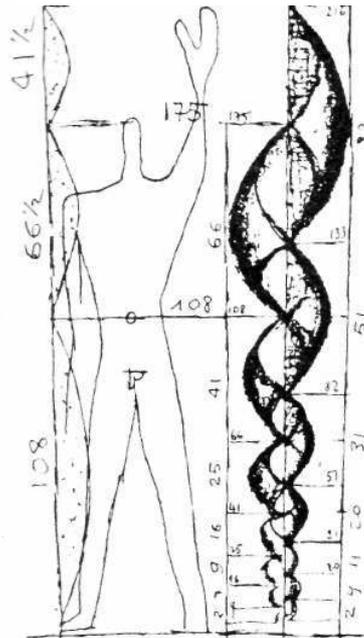


Fig. 1-3. El Modulor de Le Corbusier.

Recientemente, el más entusiasta defensor de estos conceptos fue Le Corbusier que, en 1948, escribió un libro cuyo tema central era las proporciones. No obstante, la observación más atractiva respecto a la Sección Áurea se refiere a la figura humana. Si trazamos una horizontal por el ombligo, en el cuerpo se forman tres medidas, tal como se indica en la figura 1 -4.

Una es la estatura o distancia desde la parte superior de la cabeza hasta el suelo; otra es la que hay entre este y el ombligo, y, finalmente, la tercera desde el ombligo hasta la parte superior de la cabeza. Se afirma que sustituyendo las letras por dimensiones reales, la razón entre la estatura y la altura ombligo- cabeza se aproxima normalmente a 1,618. La proporción entre las tres medidas respeta con bastante exactitud la razón media y extrema de Euclides. A pesar del intento de Vitruvio en relacionar el cuerpo humano con el sistema de medidas que los griegos emplearon en el diseño de sus templos, históricamente se observa que el interés fundamental de la humanidad hacia la figura humana se ha centrado más en lo estético que en lo puramente metrológico, es decir, más atento a la proporción que a las medidas y funciones absolutas. En las últimas décadas, este interés hacia las dimensiones humanas y el tamaño corporal,

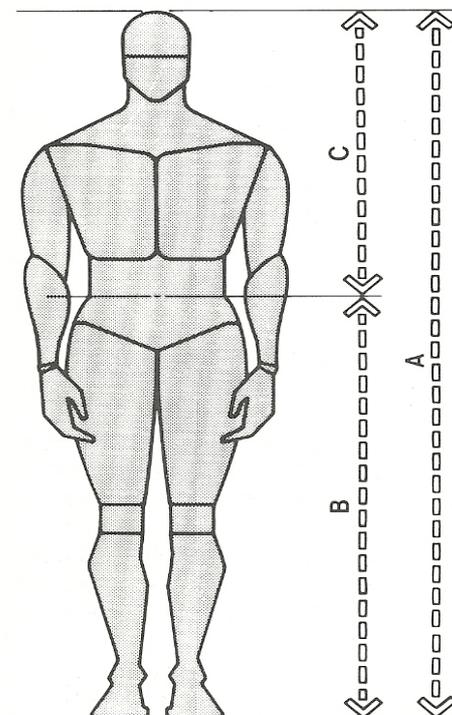


Fig. 1-4. El cuerpo humano y la Sección Áurea.

en tanto que factores críticos del proceso de diseño, ha ido aumentando sin interrupción, y se ha hecho patente como máxima intensidad en el campo de la ingeniería de factores humanos, denominación específica en Estados Unidos, o ergonomía, como se conoce en Europa. A causa de la enorme complejidad de estas disciplinas, hacemos notar que el interés por el tamaño del cuerpo es tan solo uno de los distintos centros de atención que posee el ingeniero en factores humanos o ergonomista. Según una definición, «la ingeniería humana (ingeniería de los factores humanos ergonomía, biotecnología) no es una simple disciplina científica sino una síntesis que integra las ciencias biológicas -- psicología, antropología, fisiología y medicina- con la ingeniería». En una ocasión, la ergonomía se definió como «la tecnología de diseño del trabajo» que «se fundamenta en las ciencias biológicas anatomía, psicología y fisiología». Y en otra la definición fue más sencilla: «ciencia interdisciplinar que estudia las relaciones entre las personas y sus entornos». Casi todo el mundo está de acuerdo con que ambos términos, «ingeniería humana» y «ergonomía», pueden usarse indistintamente, cosa que también haremos nosotros.

Fuente: Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores, Julius Panero Ediciones Gili, México 1993

Definición de Antropometría

(Del Idioma griego ἄνθρωπος hombre, humano; y μέτρον: medida)

Ciencia que estudia en concreto las medidas del cuerpo, a fin de establecer diferencias en los individuos, grupos, etc.

Precursor en estos trabajos fue el matemático belga Quetlet, que en 1870 publicó su *Anthropometrie* y a quien se le reconoce no solo el descubrimiento y estructuración de esta ciencia, sino que también, se le atribuye la citada denominación. Hay que remontarse al siglo XVIII para encontrar los orígenes de la antropología física; Linneo, Buffon y White fueron los primeros en desarrollar la ciencia de una antropometría racial comparativa. Con el paso del tiempo se ha conseguido reunir una cantidad importante de datos antropométricos. No obstante, y para desgracia del diseñador, los esfuerzos aplicados en este campo tenían fines taxonómicos, iban destinados a estudios fisiológicos, etc., pero nunca se puso el acento en las implicaciones ergonómicas del tamaño del cuerpo humano. Hubo que esperar hasta 1940 para que la necesidad de datos antropométricos se proyectara en distintos y variados campos de la industria, particularmente en la aeronáutica, provocando su desarrollo e incremento. Lógicamente, la fuente de gran parte de este ímpetu habría que buscarla en la segunda guerra mundial; aun hoy la investigación antropométrica se realiza fundamentalmente en el sector de la industria bélica. Aunque esta disciplina ha caído en el marco del antropométrista, anatomista o del ergonomista, ya es hora de que el arquitecto y el diseñador estuvieran al corriente de los datos disponibles y su aplicación en el diseño de espacios interiores. En el presente, la antropometría cumple una función importante en el diseño industrial, en la industria de diseños de indumentaria, en la ergonomía, la biomecánica y en la arquitectura, donde se emplean datos estadísticos sobre la distribución de medidas corporales de la población para optimizar los productos. Los cambios ocurridos en los estilos de vida, en la nutrición y en la composición racial y/o étnica de las poblaciones, conllevan a cambios en la distribución de las dimensiones corporales (por ejemplo: obesidad) y con ellos surge la necesidad de actualizar constantemente la base de datos antropométricos.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Antropometr%C3%ADa>

Antropometría del asiento

El diseño del asiento se remonta a la Antigüedad. El escabel, por ejemplo, adquirió en tiempo de los egipcios, 2050 A.c., categoría de valioso elemento del mobiliario y otro tanto sucede con la silla, datándola en torno a 1600 A.c. El asiento a pesar de su ubicuidad y dilatada vida, continúa siendo uno de los elementos peor diseñados del espacio interior. Dice Neils Diffrient, diseñador industrial, que "diseñar una silla es la prueba de fuego de todo diseñador". Una de las mayores dificultades con que se tropieza en esta tarea es que a menudo se entiende el sentarse como una actividad estética, cuando realmente es dinámica. De aquí que la aplicación exclusiva de datos estáticos bidimensionales en la resolución de un problema tridimensional, que conlleva facetas biomecánicas, es un enfoque equivocado. Paradójicamente una silla antropométricamente correcta no tiene por que ser cómoda. Y aquel diseño que no está en función de las dimensiones y tamaño del cuerpo humano será infaliblemente molesto. La insuficiencia de datos disponibles concernientes a la biomecánica propia de este diseño y de publicaciones de trabajos de investigación sobre el confort, suma más dificultades a esta cuestión. En esta sección y en la Parte C se aporta alguna orientación, conceptos elementales y sugerencias.

3.1 Dinámica del tomar asiento

Para una mejor comprensión de la dinámica del sentarse vale la pena estudiar la mecánica del sistema de apoyo y la estructura ósea general que operan en la misma. Según Tichauer, "El eje de apoyo de un torso sentado es una línea situada en un plano coronal que pasa por la proyección del punto inferior de las tuberosidades isquiáticas que descansan en la superficie de asiento".

Las figuras 4-1 y 4-2 indican la localización de las tuberosidades. Branton hace dos observaciones respecto al tema. Primera: en posición sedente, cerca del 75% del peso total del cuerpo es soportado únicamente por 26 cm² (4 pulgadas cuadradas), de dichas tuberosidades. Se trata de una carga elevada que se distribuye en una superficie pequeña, lo que redunda en compresiones considerables en las nalgas, que Tichauer valoro entre 6 y 7 kg/cm², u 85 a 100 libras/pulgada cuadrada. Otras informaciones estiman la compresión que experimenta la superficie de piel en contacto con el asiento entre 2,5 y 4 kg/cm² (40 y 60 libras/pulgada²), cuando en puntos ligeramente más alejados se reduce a 250 gr/crrv (4 libras/pulgada²).

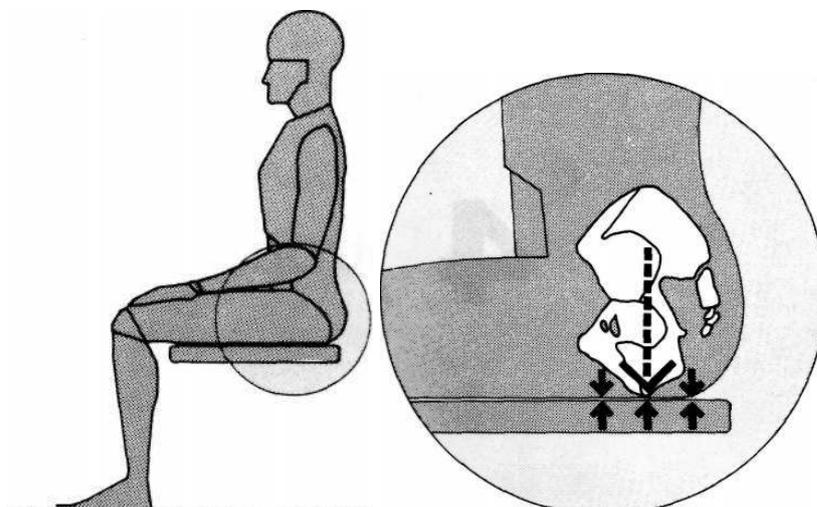


Fig. 4-1 Tuberosidades isquiáticas vistas en la selección de una figura humana.

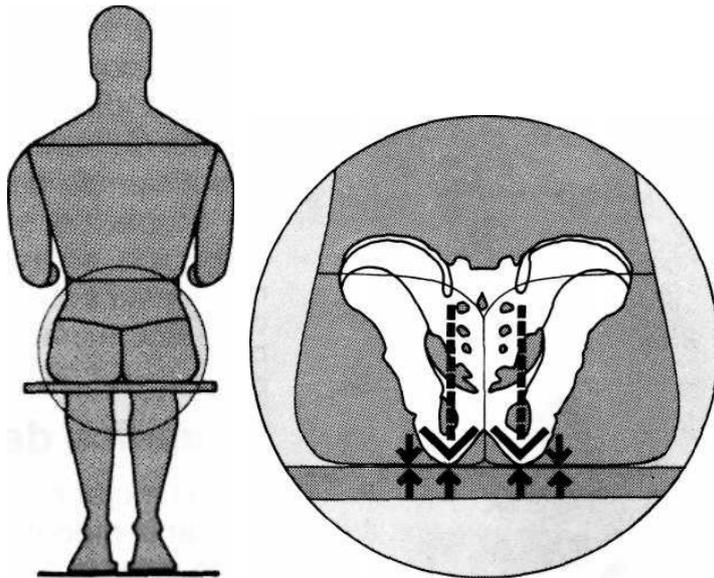


Fig. 4-2 Tuberosidades isquiáticas vistas en sección aumentada.

La conjunción de estas presiones ocasiona fatiga e incomodidad y se traduce en cambios de postura para aliviar la molestia. De no ser así, una prolongada permanencia en la misma posición y bajo el mismo estado de fuerzas, produce isquemia o interferencias en el riego sanguíneo, que ocasionan dolores y posible entumecimiento.

Es obvio que el diseño de un asiento procurara repartir el peso del cuerpo que carga en las tuberosidades isquiáticas sobre una superficie más extensa, cosa que puede lograrse mediante el relleno adecuado de aquél. También mirará por la libertad del usuario para modificar, siempre que lo desee, su postura y así aumentar el confort. Los datos antropométricos son insustituibles para fijar las medidas y holguras necesarias. La segunda observación de Branton es que, estructuralmente, las tuberosidades son un sistema de apoyo de dos puntos que, en si mismo, ya es inestable. La anchura y profundidad de la superficie de asiento no basta para alcanzar una estabilidad correcta. En teoría, ésta se consigue gracias a la intervención de piernas, pies y espalda, presuponiendo entonces que el centro de gravedad se encuentra exactamente encima de las tuberosidades. El centro de gravedad del tronco de un cuerpo sentado se halla aproximadamente, como indica la figura 4-3, a 2,5 cm (1 pulgada), por delante del ombligo. La yuxtaposición del sistema de apoyo de dos puntos y la localización del centro de gravedad llevó a Branton a insinuar la idea de un esquema en que un sistema de masas sobre una superficie de asiento es intrínsecamente inestable. Para concluir, seguidamente, que si este sistema quiere conservar la estabilidad, como así parece, es obligado dar por supuesta la presencia y efecto de fuerzas activas (musculares).

La abundancia de posturas del cuerpo en posición sedente y la actividad muscular existente, incluso cuando se tiene la sensación de que aquél esta en reposo, hacen pensar que esta posición no es estética como se cree. Branton declara: “un cuerpo humano sentado no es un saco inerte de huesos que se deja un rato sobre un asiento, es un organismo vivo en un estado dinámico de actividad ininterrumpida”.

Se ha dicho también que las posturas que se adoptan sentado son intentos de servirse del cuerpo como sistema de palancas que equilibre, con su esfuerzo, los pesos de la cabeza y el tronco. Por ejemplo, al alargar las piernas hacia adelante, y cerrando las

articulaciones de las rodillas, se ensancha la base de la masa del cuerpo y se reduce el esfuerzo muscular tendente a equilibrar el tronco.

Apoyar el mentón en la mano mientras el codo descansa en el apoyabrazos o el regazo, o reclinar la cabeza en la parte superior del respaldo, son otro par de posturas más que ejemplifican ensayos del cuerpo con vistas a un equilibrio que alivie el sistema muscular y, a su vez, aumente la comodidad. No deja de ser significativo que los cambios de postura se hacen de ordinario inconscientemente. Branton se atreve a justificar este fenómeno avanzando la existencia de “un programa interno de posturas, que faculta al cuerpo a cerrar un compromiso constante, que se orienta a conseguir estabilidad y variedad”.

Para el diseñador tiene gran importancia la localización de las superficies donde apoyar espalda, cabeza y brazos, al igual que su tamaño y forma, puesto que éstos son los elementos que actúan como estabilizadores. Si el asiento no proporciona el suficiente equilibrio, corre a cargo del usuario hacerlo asumiendo diferentes posturas, acción que requiere un consumo adicional de energía, por el esfuerzo muscular y mayor incomodidad.

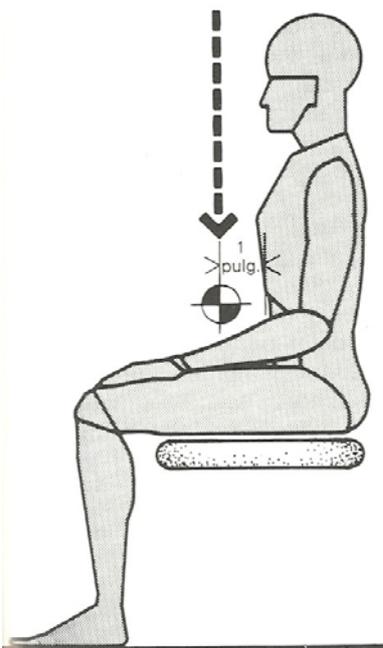


Fig. 4-3. Centro de gravedad de figura humana sentada.

Fig. 4-3 Centro de gravedad de figura humana sentada.

3.2 Consideraciones antropométricas

La natural complejidad que encierra el confort de quien toma asiento y el hecho de que esta acción sea dinámica, que no estática, ha inducido en ocasiones a reclamar una orientación antropométrica al asunto. Aunque una silla antropométricamente correcta, decíamos anteriormente, no garantiza comodidad, parece haber un común acuerdo en que el diseño tiene que basarse en datos antropométricos seleccionados con acierto. De lo contrario se tiene asegurada la incomodidad del usuario. La figura 4-4 y el cuadro 4-1 proporcionan las dimensiones antropométricas esenciales para el diseño de un asiento.

Sin embargo, esta información no ha de caer en el vacío. Al fijar las dimensiones de una silla deben relacionarse los aspectos antropométricos y las exigencias biomecánicas. Demostramos antes que, por ejemplo, en la estabilidad del cuerpo no solo entra la amplitud del asiento, sino también el rozamiento con otras superficies de piernas, pies y espalda, al tiempo que se exigirá la cooperación de alguna fuerza muscular. Si por culpa del diseño antropométricamente erróneo la silla no permite que la mayoría de los usuarios puedan tener los pies o la espalda en contacto con otras superficies, crecerá la inestabilidad del cuerpo, que se compensará con esfuerzos musculares suplementarios. A mayor fuerza muscular o exigencia de control, mayor fatiga e incomodidad. Es necesario que el diseñador se familiarice con las consideraciones antropométricas que guarda el diseño de asientos y de su relación con imperativos biomecánicos y ergonómicos. Atender a unas desconociendo los otros es resolver parte del problema de diseño. A este respecto las dimensiones fundamentales que reciben generalizada atención en el diseño de asientos son: altura, profundidad y anchura de asiento, altura de respaldo y apoyabrazos y separación.

3.3 Altura de asiento

La altura a que se halla la parte superior de la superficie de asiento respecto al suelo es uno de los puntos básicos en este diseño. Si es excesiva se produce una compresión en la cara inferior

de los muslos, circunstancia claramente ilustrada en la figura 4-5, con la consecuente sensación de incomodidad y eventual perturbación de la circulación sanguínea. Un contacto insuficiente entre la planta del pie y el suelo merma la estabilidad del cuerpo. Si el asiento es demasiado bajo (fig. 4-6), las piernas pueden extenderse y echarse hacia delante y los pies quedan privados de toda estabilidad. De manera general diremos que una persona alta se encuentra más cómoda sentada en una silla baja que otra de poca estatura en una alta.

La altura poplítea (distancia tomada verticalmente desde el suelo hasta la cara inferior de la porción de muslo que está justo tras la rodilla), según un enfoque antropométrico, es una medida a extraer de las tablas, con objeto de definir la altura adecuada de asiento. La serie inferior de la tabla, correspondiente al 5% percentil, es la más recomendable, pues comprende al sector de población con dimensiones de cuerpo menores. Con arreglo a lo expuesto en páginas anteriores, el planteamiento lógico es que si la altura de asiento acomoda a toda persona con menor altura poplítea, también lo hará con quienes la tengan mayor. El cuadro 4-1 marca una altura poplítea de 5% percentil, 39,4 cm (15,5 pulgadas), para los hombres 35,6 cm (14,0 pulgadas), para las mujeres. Sin embargo, conviene advertir que las mediciones se tomaron en examinandos con el torso desnudo, bolsillos vacíos, sin zapatos y vestidos con una bata que les llegaba hasta las rodillas, atuendo que difícilmente se asemeja al habitual, razón por la que se aconseja esta situación aumentando las medidas.

Las prendas de vestir y el calzado están en función del clima, momento del día, localización, clase socioeconómica, edad, cultura y moda; así se infiere que el factor a añadir debe ser una conjetura o aproximación razonables. El riesgo que se corre al escoger una altura excesiva de asiento inclina a comportarse de forma conservadora, a la hora de evaluar este factor y equivocarse con el menor margen. Se propone sumar al par de valores dados 3,8 cm (1,5 pulgadas), quedando, en definitiva, 43,2 cm y 39,4 cm (17 pulgadas y 15,5 pulgadas), respectivamente. En el supuesto de que los usuarios llevan botas o calzado con tacones altos o albornoz y zapatillas, es posible incrementar o reducir los valores precedentes de nuevo. A tenor de esta enorme variación observada en la altura poplítea, cuyo único motivo es la indumentaria, sin contar las dimensiones

del cuerpo, vale argumentar en favor de la adaptabilidad de toda clase de sillas. El tipo, elasticidad y comba del sillón o tapicería del asiento, el destino alrededor de una mesa, en un escritorio o superficie de trabajo, son facetas que pueden llevar a modificar la altura. En la Parte C encontraremos una exposición grafica de estas y otras condiciones antropométricas de un asiento.

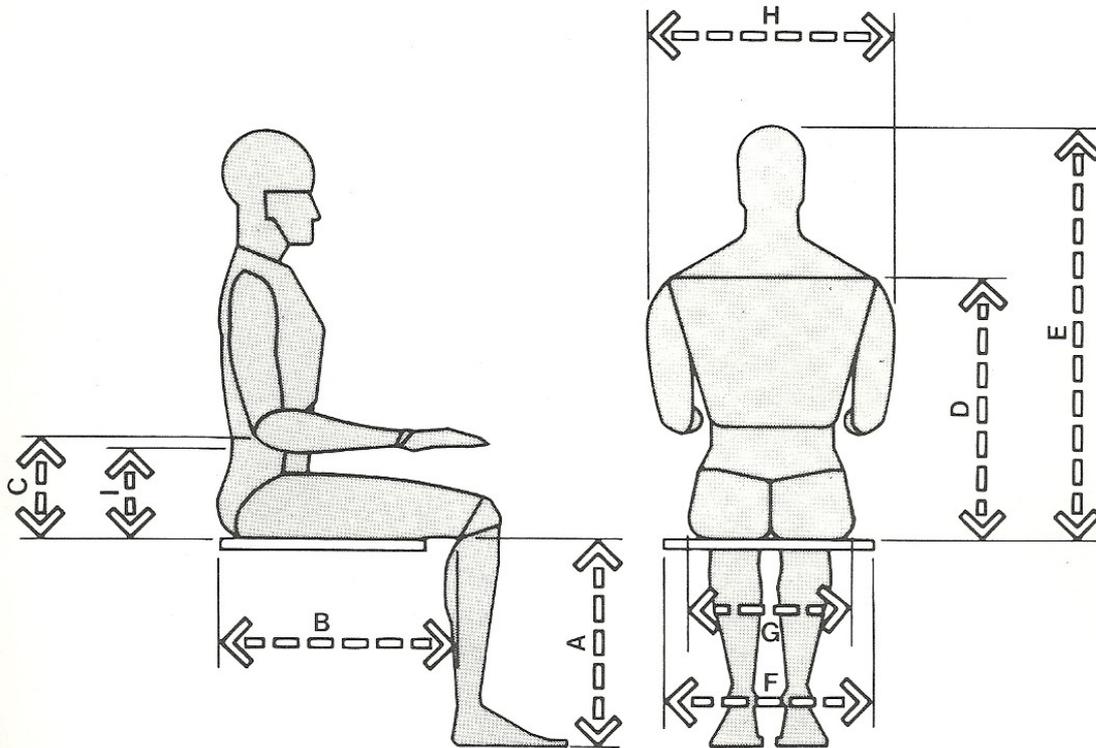


Fig. 4-4. Dimensiones antropométricas fundamentales que se necesitan para el diseño de sillas.

MEDIDA	HOMBRES				MUJERES			
	Percentil		Percentil		Percentil		Percentil	
	5	95	5	95	5	95	5	95
	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm
A Altura poplítea	15.5	39,4	19.3	49,0	14.0	35,6	17.5	44,5
B Largura nalga-popliteo	17.3	43,9	21.6	54,9	17.0	43,2	21.0	53,3
C Altura codo reposo	7.4	18,8	11.6	29,5	7.1	18,0	11.0	27,9
D Altura hombro	21.0	53,3	25.0	63,5	18.0	45,7	25.0	63,5
E Altura sentado, normal	31.6	80,3	36.6	93,0	29.6	75,2	34.7	88,1
F Anchura codo-codo	13.7	34,8	19.9	50,5	12.3	31,2	19.3	49,0
G Anchura caderas	12.2	31,0	15.9	40,4	12.3	31,2	17.1	43,4
H Anchura hombros	17.0	43,2	19.0	48,3	13.0	33,0	19.0	48,3
I Altura lumbar	Véase nota							

Nota: no ha sido posible localizar estudios antropométricos publicados. No obstante, un estudio británico [H-D Darcus y A.G.M. Weddel, *British Medical Bulletin* 5. 1947 pags 31 -37] aplica entre 20,3 y 30,5 cm (8 y 12 pulgadas) al 90% de los ingleses varones. Dittfrient en [*Humanscale* 1 /2/3] Indica que el centro de curvatura hacia adelante de la región lumbar para los adultos se sitúa entre 22,9 y 25,4 cm (9 y 10 pulgadas), por encima del acolchamiento comprimido del asiento.

Cuadro 4 - 1. Selección de dimensiones corporales extraídas de las Tablas 2 y 3 de la Parte B, útiles para el diseño de asientos. Respecto a la región lumbar existen datos pormenorizados en publicaciones. Las estimaciones varían de magnitud de 20,3 a 30,5 cm (8 a 12 pulgadas) y de 22,9 a 25 - CT. 19 a 10 pulgadas).

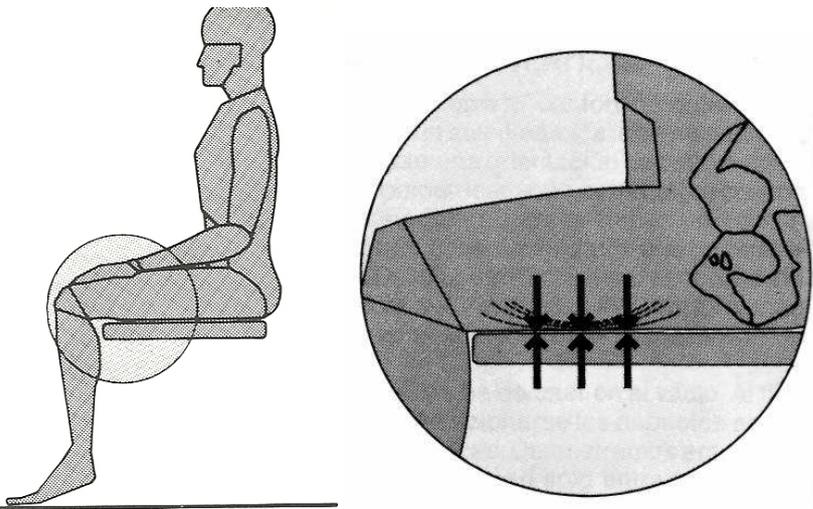


Fig. 4-5. La superficie de asiento demasiado alta se traduce en una compresión de los muslos e irregularidades en el riego sanguíneo. Además, las plantas de los pies no tocan suficientemente al suelo y el equilibrio del cuerpo disminuye.

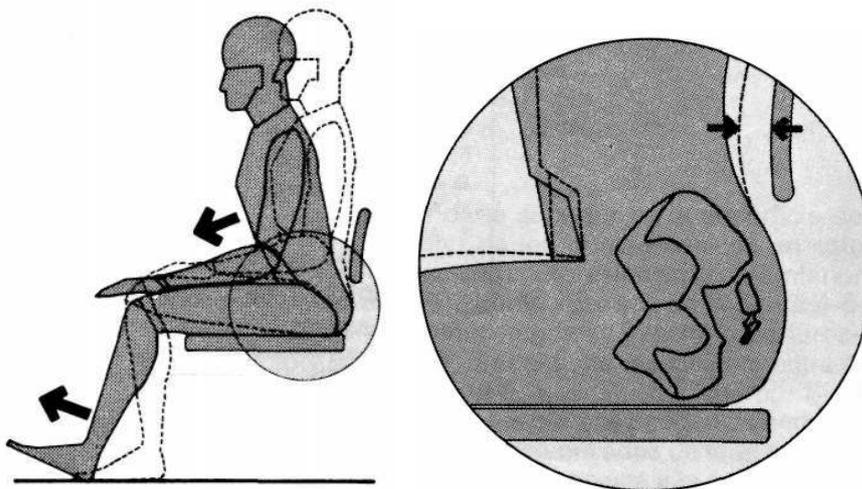


Fig. 4-6 La superficie de asiento demasiado baja se traduce en una extensión de las piernas hacia delante, privándolas de toda estabilidad. Además, el movimiento del cuerpo hacia delante producirá también un deslizamiento de la espalda alejándose del respaldo, quedando el usuario sin apoyo lumbar.

3.4 Profundidad de asiento

Acto seguido estudiaremos otra de las consideraciones básicas del diseño de sillas. Si la profundidad es excesiva, el borde o arista frontal del asiento comprimirá la zona posterior de las rodillas y entorpecerá el riego sanguíneo a piernas y pies, como se ve en la figura 4-7. La opresión del tejido de la vestimenta originará irritación cutánea y molestia. Otro gran peligro es la formación de coágulos de sangre o tromboflebitis cuando el usuario no cambia de postura. Para paliar el malestar en las piernas, el usuario desplazará las nalgas hacia adelante, con lo que la espalda queda falta de apoyo, se aminora la estabilidad corporal y, en compensación, se intensifica el esfuerzo muscular. El resultado final es cansancio, incomodidad y dolor de espalda. Una profundidad de asiento demasiado pequeña (fig. 4-8) provoca una desagradable situación al usuario, que tiene la sensación de caerse de bruces y, además, para personas de muslos bajos, no

presta suficiente superficie de apoyo. La longitud nalga-poplíteo (distancia horizontal desde la superficie posterior de las primeras a la homologa de las segundas) es la que, consultada en las tablas nos dará la profundidad de asiento idónea.

El cuadro 4-1 marca una largura nalga-poplíteo de 50 percentil, 43,9 cm (17,3 pulgadas), para hombres, y 43,2 cm (17,0 pulgadas) para mujeres; las medidas menores que aporta la tabla 2K de la Parte B pertenecen al 10 percentil que, referido a las mujeres, dan 40,9 cm (16,1 pulgadas). Por consiguiente, cualquier profundidad que exceda de 40,6 cm (16 pulgadas), no acomodará a los usuarios más bajos, mientras que una de 43,2 cm (17 pulgadas), proporcionaría una silla confortable con el 95 % de los mismos.

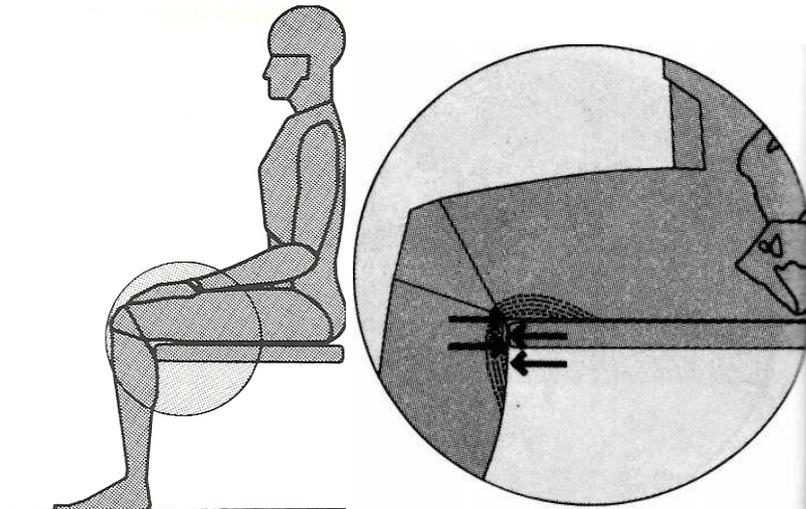


Fig. 4-7. La profundidad de asiento excesiva produce una compresión detrás de la rodilla, origen de incomodidad y problemas en la circulación de la sangre.

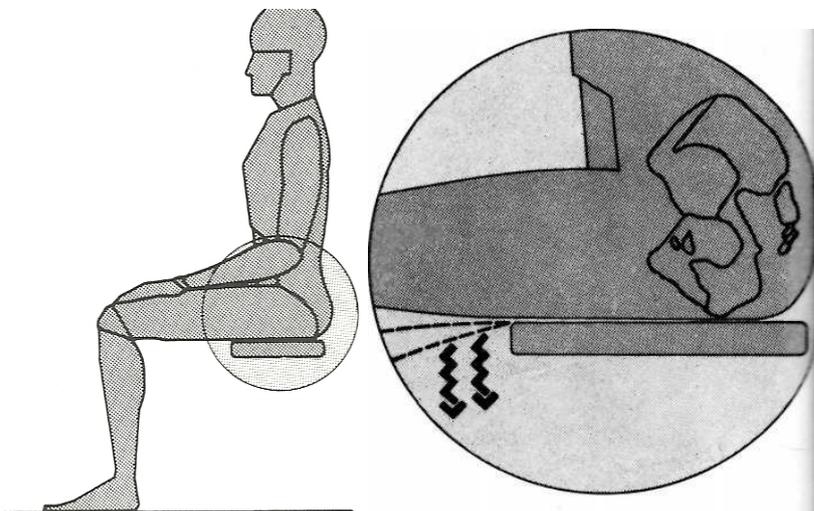


Fig. 4-8. La escasa profundidad de asiento deja al usuario sin el adecuado apoyo bajo los muslos y con la sensación de caer de bruces.

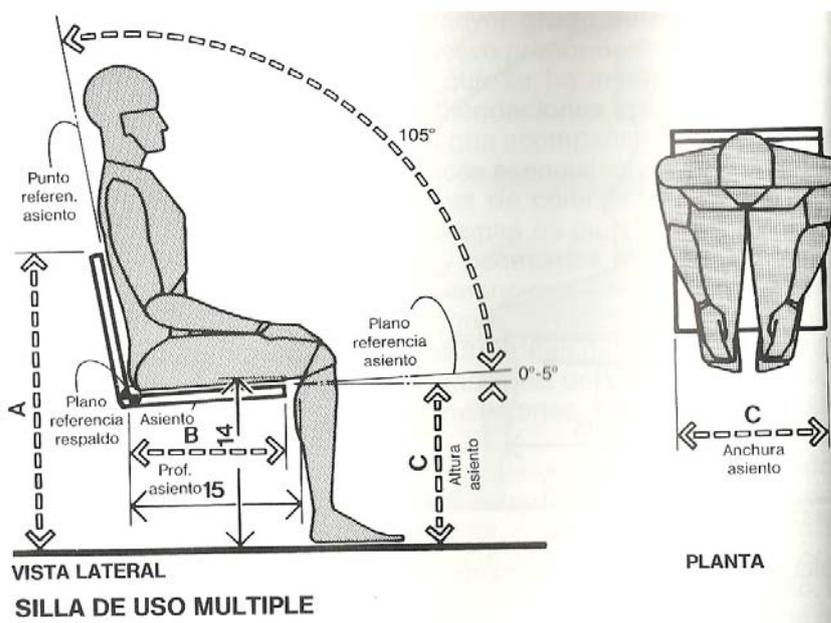
3.5 Respaldo

Aunque el tamaño, configuración y colocación del respaldo es una de las consideraciones más relevantes, con objeto de asegurar el perfecto acoplamiento usuario-silla, también es el componente de dimensionado más arduo, conforme los datos antropométricos publicados. Pese a la accesibilidad que tienen estas medidas del cuerpo, tan necesarias para definir partes fundamentales de un asiento como su altura,

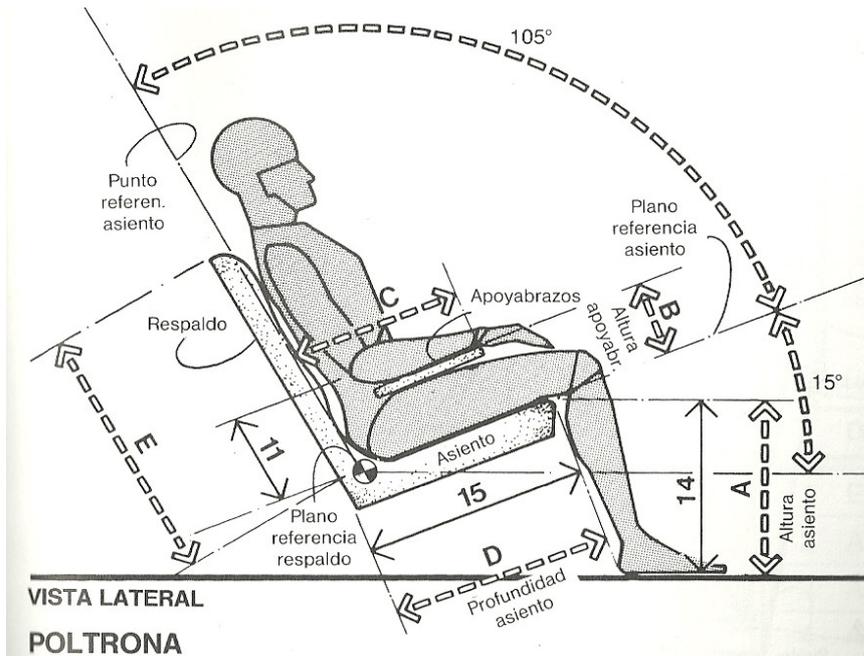
profundidad, anchura y altura de apoyabrazos, domina la penuria de datos sobre la región lumbar y la curvatura espinal. Nos vemos obligados a circunscribirnos a orientaciones y generalizaciones.

3.6 Asiento

El diseño de un asiento, en mayor grado que otro el del espacio interior, tiene como objetivo preponderante el bienestar del usuario. A pesar de lo poco que se ha investigado en esta materia, abundan discutibles recomendaciones acerca del dimensionado. Sin embargo, las medidas que acompañan a las figures se infieren de exigencias antropométricas esenciales y, dentro de unos parámetros razonables, de nociones de comodidad ampliamente suscritas. El propósito de los diagramas es marcar unos cuantos requisitos dimensionales básicos y necesarios que aseguren una buena interfase entre el cuerpo humano y el asiento, y un fundamento para el proceso de diseño. Parte de este proceso implica la fabricación de prototipos y modelos a tamaño natural, por medio de los cuales la función, estética y comodidad del usuario se evalúen correctamente y, conforme a las conclusiones, introducir las modificaciones precisas.



El diagrama anterior muestra las dimensiones de una silla de uso múltiple, pero restringido en el tiempo. La altura de asiento de 43,2 cm (17 pulgadas) acomoda a la mayoría de adultos, salvo a población femenina de poco tamaño que, en casos normales, pediría una reducción a 40,6 cm (16 pulgadas) y, en los extremos, a 35,6 cm (14 pulgadas), más allá de los cuales es preferible retornar a la primera dimensión apuntada y auxiliar al usuario con un apoyapiés.



La silla tipo poltrona que puede verse en el dibujo superior es un modelo que plantea dificultades en su diseño y en la oferta de recomendaciones, pues su función es la de dar comodidad y relajación, cuestiones ambas, evidentemente, personales. Aún así, el diagrama presenta algunas dimensiones básicas útiles para preparar las bases de partida del diseño. Las siguientes sugerencias tienen probada eficacia:

- 1) El ángulo que forman muslos y tronco no será menor de 105° , de lo contrario nos exponemos a la incomodidad.
- 2) El diseño no estorbará el cambio de postura del cuerpo.
- 3) Para evitar irritación cutánea, el borde frontal del asiento debe ser redondeado.
- 4) El respaldo dará apoyo a la región lumbar reproduciendo el contorno de la columna vertebral.
- 5) La superficie de asiento tendrá inclinación hacia atrás, pero no exagerada, pues de ser así originaría problemas en el acto de levantarse, especialmente a las personas de edad. El ángulo de 15° es el adecuado.
- 6) Cuando el ángulo que forman el respaldo y la vertical supera los 30° , se necesitará un apoyacabezas en forma de prolongación de aquél o como elemento independiente del diseño.
- 7) El apoyabrazos será acolchado, horizontal o paralelo a la superficie de asiento.

Fuente: Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores, Julius Panero Ediciones Gili, México 1993

3.7 Conclusión

El estudio antropométrico establece pautas y condicionantes a la hora de diseñar una silla, si bien muchas de las medidas pueden ejecutarse con cierta flexibilidad, es muy importante respetar los límites establecidos por los profesionales que han incursionado en la temática.

Comenzar a diseñar por el camino de la antropometría no garantiza un buen diseño pero si es una cualidad ineludible para cualquier objeto que establezca una relación directa con el ser humano.

Capítulo 4

Silla Áurea: Diseño y construcción.

4.1 Introducción.

Llega una idea, surge una revolución, de alguna manera hay que sacarla de ese estado abstracto, la voluntad impulsa a volcarla en algo concreto, visible, construible; líneas, puntos, planos. Ese es el principio en el diseño, y causa placer, la mente nunca descansa ni si quiera cuando duerme.

Pero no alcanza con solo eso, debe estar enmarcado en lo teórico, en el estudio de lo hecho por el hombre, registrarlo en una base de datos mental y en armonía con ese acorde de lo estético-formal, lo técnico-constructivo y lo funcional.

De aquí surge la necesidad de estudiar arquitectura, no tiene fin, uno convive con la pasión de aprender cada día mas y superarse como individuo en la sociedad hasta la muerte, pero dejará una semilla, la cual, germinará en otras personas, como las que dejaron muchos en su camino. Solo basta con tomarlas para que nuevamente crezcan.

En base a los estudios de la historia de la arquitectura y diseño de mobiliario, la proporción áurea con su infinita aplicación y la antropometría, surge mi compromiso de innovar en el diseño. Intento incluir y plasmar todo aquello que he estudiado en lo que sea que diseñe y cuando veo un resultado me siento encaminado hacia el objetivo.

4.2 Proceso de Diseño.

A continuación se describe el proceso y las características de este diseño, desde el comienzo como una idea hasta su materialización en un objeto real, de algo tan simple y a la vez tan complejo como una silla.

De la Figura 4-4, extraída del libro “Las dimensiones humanas en los espacios interiores” de Panero, la cual, describe las dimensiones antropométricas fundamentales que se necesitan para el diseño de sillas, he observado las siguientes dimensiones:

A (Altura Poplítea) aproximadamente entre 35cm y 49cm

B (Largura Nalga-Poplíteo) aproximadamente entre 43cm y 55cm

G (Anchura Caderas) aproximadamente entre 32cm y 45cm

Al hacer una relación aproximada entre ellas, obtuve la conclusión de que podía proyectar un asiento con forma de cubo (sólido platónico o poliedro de seis caras cuadradas congruentes), siempre y cuando se encuentre dentro de las dimensiones observadas.

Esto otorgaba una ventaja estética, un valor geométrico, ya que la base del objeto estaría compuesta por un volumen puro.

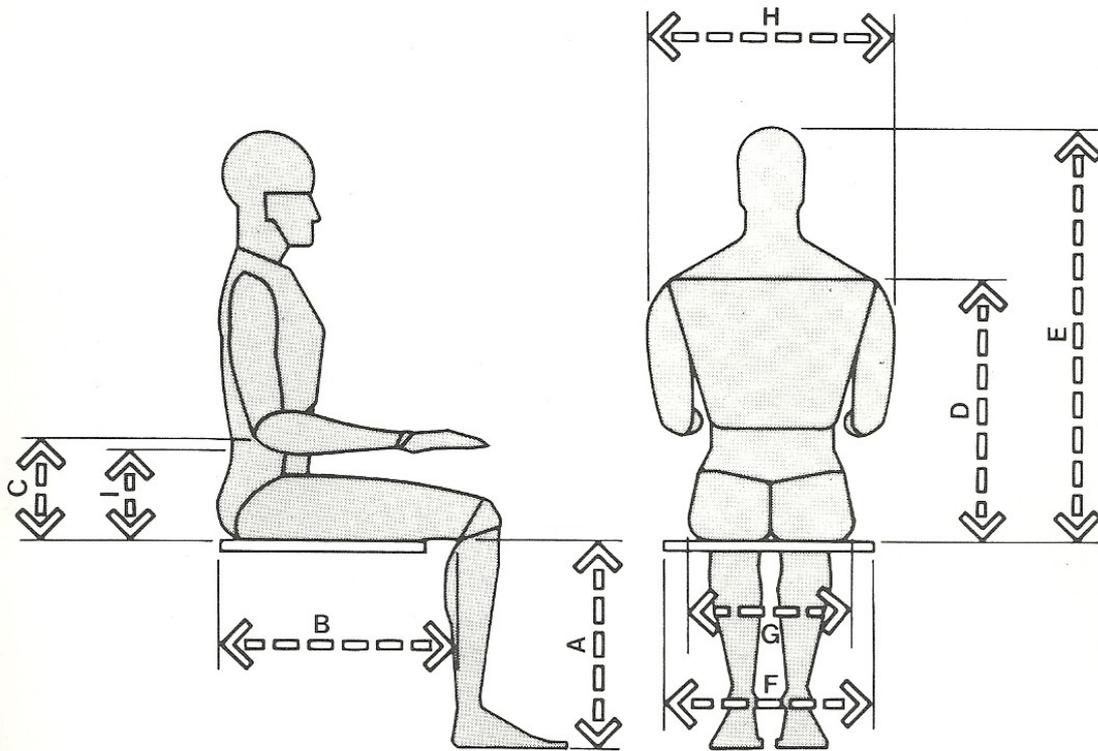


Fig. 4-4. Dimensiones antropométricas fundamentales que se necesitan para el diseño de sillas.

MEDIDA	HOMBRES				MUJERES			
	Percentil		Percentil		Percentil		Percentil	
	5	95	5	95	5	95	5	95
	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm
A Altura poplítea	15.5	39,4	19.3	49,0	14.0	35,6	17.5	44,5
B Largura nalga-poplítea	17.3	43,9	21.6	54,9	17.0	43,2	21.0	53,3
C Altura codo reposo	7.4	18,8	11.6	29,5	7.1	18,0	11.0	27,9
D Altura hombro	21.0	53,3	25.0	63,5	18.0	45,7	25.0	63,5
E Altura sentado, normal	31.6	80,3	36.6	93,0	29.6	75,2	34.7	88,1
F Anchura codo-codo	13.7	34,8	19.9	50,5	12.3	31,2	19.3	49,0
G Anchura caderas	12.2	31,0	15.9	40,4	12.3	31,2	17.1	43,4
H Anchura hombros	17.0	43,2	19.0	48,3	13.0	33,0	19.0	48,3
I Altura lumbar	Véase nota							

Luego, debía incorporar un respaldo, lógicamente con un cierto ángulo para cumplir con el estudio citado en la figura 4-5 correspondiente al mismo libro.

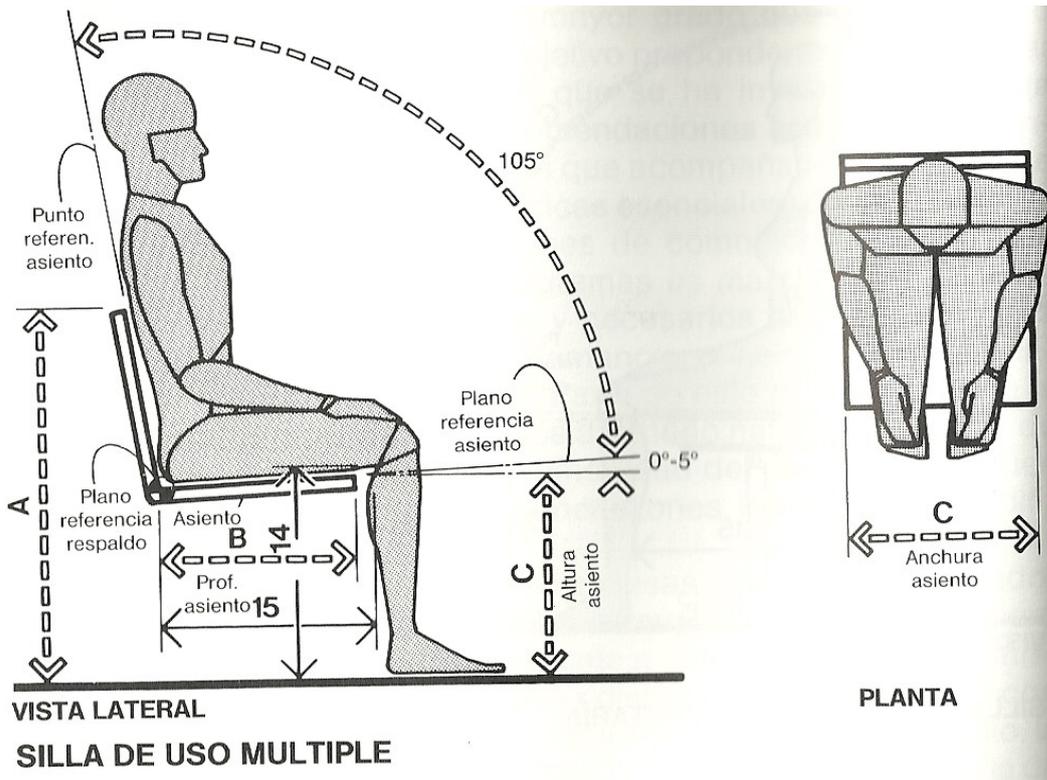


Figura 4-5

Conservar la pureza formal y estética del asiento estaba dentro de los objetivos, es decir la utilización de líneas rectas, dando como resultado otro volumen prismático. En la (Figura 1) se observa el volumen cúbico de base intersectado por otro con forma de paralelepípedo a un ángulo de 100° aproximadamente, como respaldo, sin una altura definida.

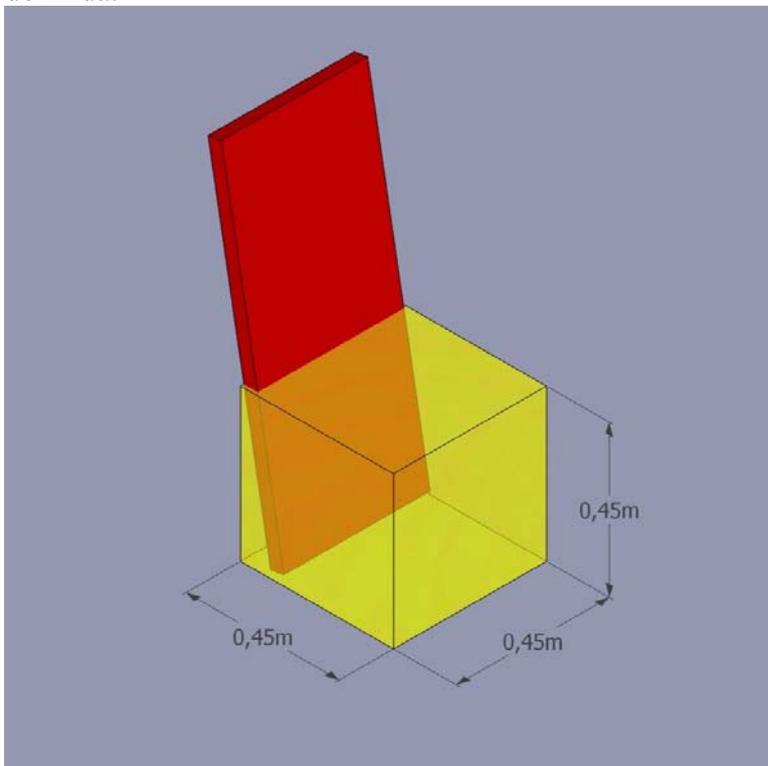


Figura 1

Al notar que el respaldo era igual de ambos lados, tanto el plano de apoyo como el plano trasero, surge la idea de utilizar el respaldo hacia ambos lados con un movimiento de giro haciendo pivote en la parte mas baja de la base donde el respaldo podría estar fijado en un eje. En la (Figura 2) se muestra el movimiento de respaldo, tal como fue pensado.

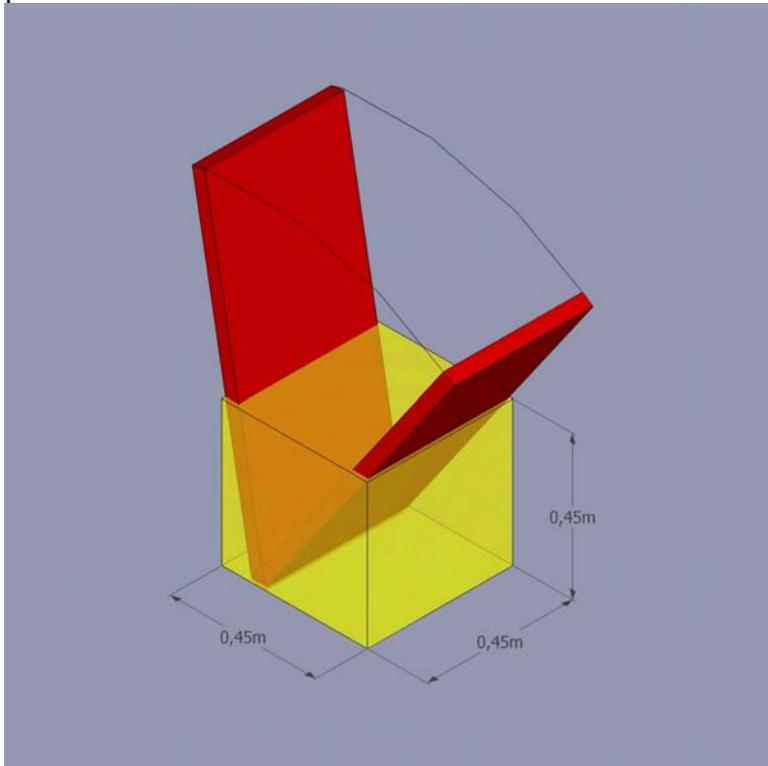


Figura 2

Es importante aclarar que este movimiento genera un problema a resolver, donde el plano de asiento se interpone en el espacio necesario para el movimiento del respaldo, es decir, el espacio físico que ocupa uno no puede ser ocupado por el otro y viceversa. Por este motivo es que se adopta como solución el intercalado de varillas a ritmo constante para que ambos planos sean independientes uno del otro.

En la (Figura 3) se muestra un detalle de la solución frente al problema.

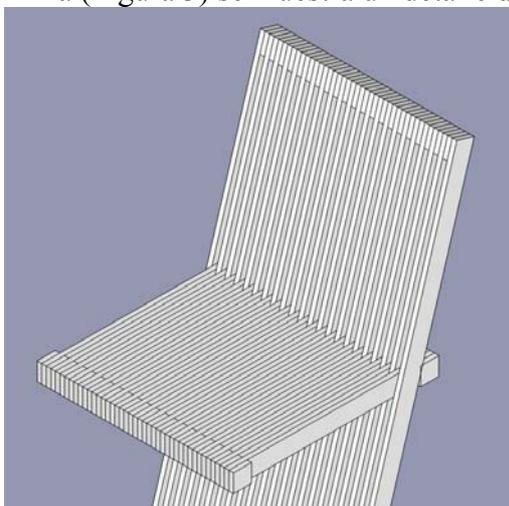


Figura 3

Este sistema de varillas intercaladas permite un movimiento libre del respaldo en el eje longitudinal de la silla, es decir, hacia delante o hacia atrás independizado del asiento. El movimiento del respaldo haciendo tope en los extremos del asiento otorga dos posiciones diferentes de uso, en la primera posición, el respaldo adopta un ángulo de silla de uso múltiple y en la segunda este se reclina aún más, dando a la silla carácter de descanso.

A su vez la configuración cúbica de la base necesitaba de una estructura de sostén que generando espacio permita los movimientos del respaldo. La solución a este problema fue la configuración de dos marcos planos laterales fijados en tres puntos cada uno, dos de estos puntos fijan el marco en cada extremo del asiento y el último fija el respaldo permitiendo el movimiento de giro del mismo, de esta manera se aplica el principio matemático que expresa que tres puntos en el espacio definen un plano fijo.

Teniendo por un lado el respaldo y asiento, y por otro los marcos estructurales ambos configurados por elementos lineales elegí dar el mismo perfil rectangular a todos estos elementos, 40mm x 10mm, una medida que figura en las listas de perfilería comercial, tanto en perfil barra como en perfil tubo.

Luego opté por trabajar los puntos de fijación mencionados de manera sincera, es decir, que se vean claramente y tengan una impronta estética, con lo cual, se destacarían al ser las únicas piezas del objeto que no están compuestas por líneas rectas y estar coloreadas con importante contraste.

Otro tema a resolver era la altura del respaldo, ya que teniendo esta segunda posición con un ángulo de mayor pronunciación era necesario proveer sostén al torso y la cabeza del usuario.

Aquí es cuando entra en aplicación el estudio de la proporción áurea, ya que trabajando en una vista lateral se fue ajustando el ángulo y la altura del respaldo para dar solución al problema de sostén y a su vez otorgar un valor estético justificado, enmarcando la envolvente del volumen ocupado por la silla a un rectángulo áureo.

La (Figura 4) muestra la silla con su rectángulo áureo envolvente en vista lateral y superior y frontal.

Además se obtiene dicha proporción entre:

1. La altura total de la silla respecto a la altura del asiento.
2. La profundidad total de la silla respecto de la base cúbica.

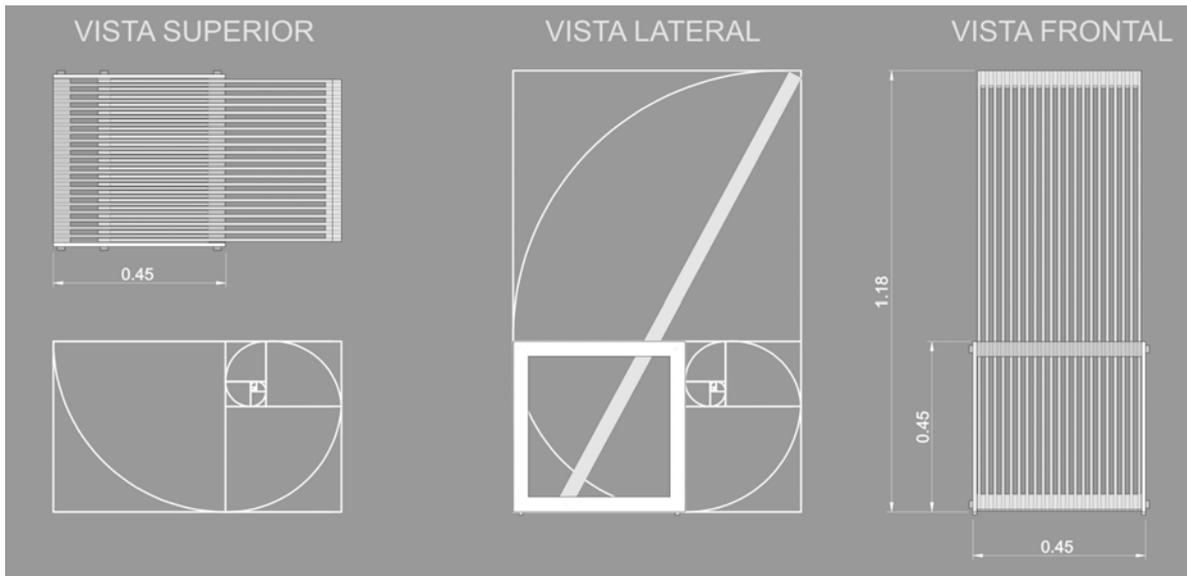


Figura 4

Si bien se trata de equipamiento, al ser mobiliario su relación con la arquitectura es muy estrecha, y puede notarse en el orden clásico de su composición, la fórmula tripartita clásica de *basamento*, *desarrollo* y *coronamiento* esta presente en su configuración (figura 5) y esto último establece un vínculo estrecho e inmediato, en el contacto visual, con los edificios clásicos.

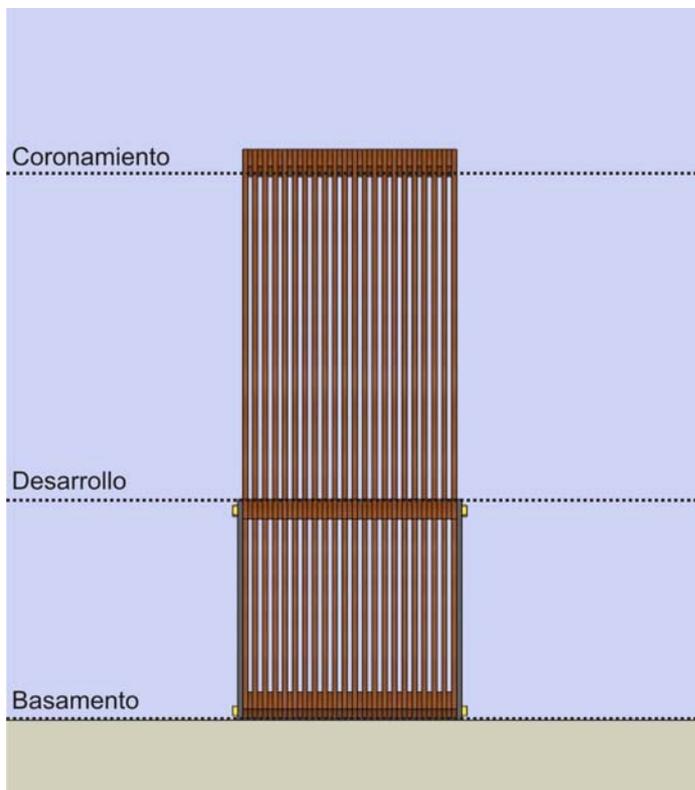


Figura 5

Fuente:
Elaboración propia en base al análisis del proceso de diseño.

4.3 Diseños influyentes:

Luego de haber observado y estudiado los diseños de sillas que figuran en el Capítulo 1 surge la inevitable comparación con alguna de ellas, un homenaje hacia algún autor o tal vez algo que ha quedado en la memoria y se manifiesta a la hora de proyectar. Por eso es que a continuación hago mención de las características observadas en los diferentes iconos del mobiliario que han influenciado de manera indirecta el desarrollo de este diseño:

1. Envolvente con carácter de forma cúbica.

Los sólidos platónicos como el hexaedro o cubo fueron utilizados para componer mediante adición y sustracción de volúmenes, el **Kubus Suite** de **Josef Hoffmann**, el **Sillón F51** de **Walter Gropius** y el **Sillón Barcelona** de **Mies Van de Rohe**.



2. Repetición de elementos lineales de arriba abajo con ritmo constante, acentuando la verticalidad.

La disposición de los listones de madera en las sillas **Robbie House Chair** y **Side Chair** de **Frank Lloyd Wright** es de forma repetitiva a un ritmo constante y paralelo recorriendo la altura completa de las mismas.



3. Madera maciza como material predominante en la construcción.

“La madera es un material noble, el ser humano se siente a gusto al verlo y tocarlo” decía **Frank Lloyd Wright**, y al observar sus diseños damos cuenta de la utilización protagónica de este material.



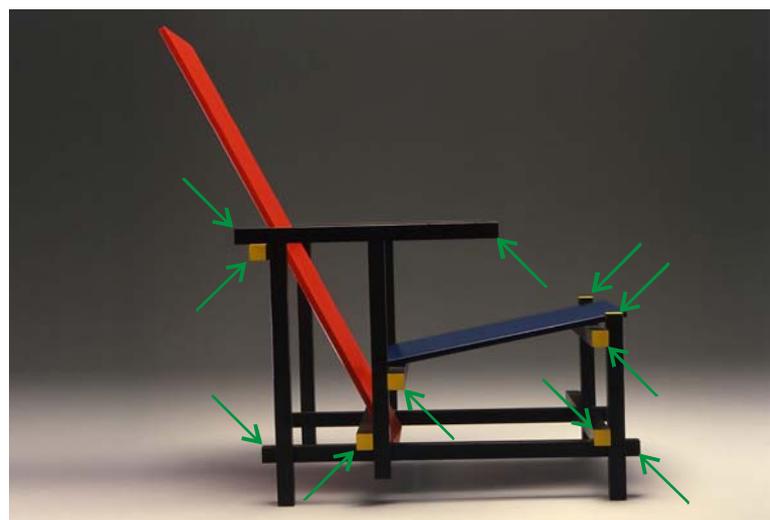
4. Estructura metálica de soporte con baño de cromo.

El material estructural mas utilizado en la arquitectura es el hierro, de la misma manera ha proporcionado resistencia estructural al mobiliario como en al **Silla Wassily de Marcel Breuer** o el **Sillón LC2 de Le Corbusier**.



5. Color intenso en pequeñas superficies como foco de tensión.

La medida utilización de color dependiendo del concepto de diseño puede aumentar la atracción estética, sobretodo al jugar con el contraste de colores, como lo hizo **Gerrit Rietveld** en los puntos amarillos de la **Red and Blue Chair**.



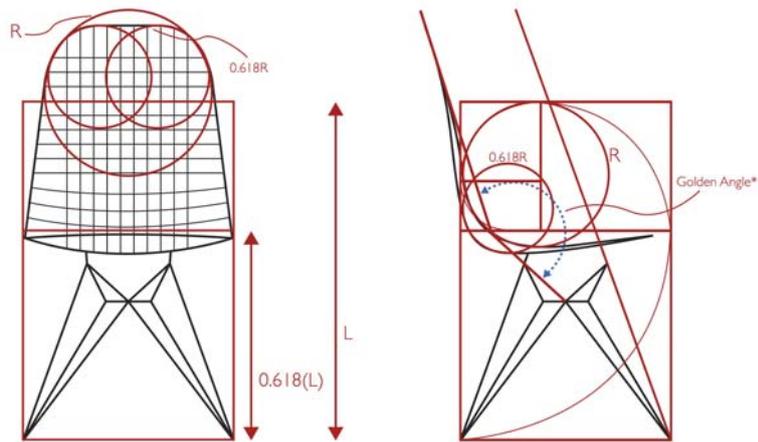
6. Utilización de colores complementarios.

Esta utilización de colores complementarios puede notarse en la silla **Taliesin** de **Frank Lloyd Wright**, donde combina el color marrón-naranjado de la madera con el azul en su tapizado.



7. Utilización de la proporción áurea en la envolvente del objeto.

La proporción áurea a sido inspiración y garantía de belleza en muchas obras de arte como también en las **Sillas DSR-DSW** diseñadas por **Charles & Ray Eames**.



8. Utilización de piezas con movimiento en el mobiliario brindando un uso versátil.

La **Chaise Longue LC4** de **Le Corbusier** posee un sistema de giro del asiento con trayectoria marcada por caños curvos, esto daba distintas configuraciones angulares para que el usuario pueda modificar a gusto, así como la **Silla LC1** esta dotada de un respaldo que gira en un eje y se reclina al ángulo deseado por el usuario.



9. *Utilización de superficies planas en respaldo y asiento.*

Característico en la **Zigzag Chair**, la **Red and Blue Chair** y otros diseños de **Gerrit Rietveld**, el uso de superficies planas tanto en los respaldos como en los asientos sintetiza formalmente el objeto lo cual define una característica estética fuerte.



10. *Características volumétricas puras en todas las piezas componentes del objeto.*

El manejo formal de las piezas podría compararse con el de **Gerrit Rietveld** en la **Zigzag Chair** y la **Red and Blue Chair**.



11. *Principio matemático en el que un plano fijo es definido por tres puntos no alineados.*

El mismo principio que utiliza **Hans J. Wegner** con 3 puntos de apoyo en la **Shell Chair**, fue aplicado en la silla **Áurea** para sostener los marcos estructurales con la mínima cantidad de fijaciones posibles.



12. Sistema de fijación de estructura.

Los marcos estructurales de la silla Áurea son fijados de manera similar a la **Standar Chair** de **Jean Prouvé**, donde una varilla sujeta los dos laterales en el ancho de la silla.



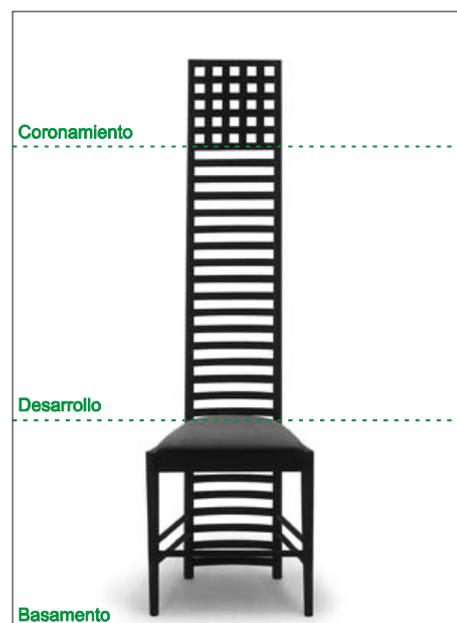
13. Las uniones de las piezas de carpintería se manifiestan solo de manera visual.

De la misma manera que la **Silla Calvet** de **Antoni Gaudí**, se utiliza esta técnica con el objetivo de enfatizar la continuidad formal.



14. Utilización de orden clásico arquitectónico.

Este principio estético utilizado por los arquitectos para ordenar el basamento como sostén, el desarrollo como lo sostenido y el coronamiento como remate o terminación del edificio, aparentemente, fue utilizado en la **Hill House Chair** de **Charles Rennie Mackintosh** y en las sillas **Robbie House** y **Side Chair**, de **Frank Lloyd Wright**.



Fuente:
Elaboración propia en base al análisis de los capítulos anteriores.

4.5 Elección de materiales para la construcción del prototipo.

4.4.1 Madera

Definición:

Es un material ortótropo, con distinta elasticidad según la dirección de deformación, encontrado como principal contenido del tronco de un árbol. Los árboles se caracterizan por tener troncos que crecen cada año, formando anillos, y que están compuestos por fibras de celulosa unidas con lignina.

Fuente:
www.wikipedia.org

La madera es el recurso natural mas antiguo que dispuso el hombre desde tiempos remotos, es el material que usó para construir su vivienda luego de abandonar las cavernas. Los antropólogos aseguran que antes de la edad de piedra hubo otra de madera, por esto, encabeza la historia de los materiales empleados en la construcción. Además tiene el valor ecológico inapreciable, por no decir único, de ser la sola fuente natural de recursos que el hombre puede ir renovando.

Tal vez algún día el hombre logre captar la energía del sol mediante mecanismos cibernéticos y de esta manera emular el milagro del crecimiento orgánico que realizan los árboles.

Su producción y elaboración requieren menos energía que cualquier otro material. Produce mucha menos contaminación al agua y al aire siendo fácilmente reciclable, y como si esto fuera poco ayuda a combatir el efecto invernadero.

La producción racional de los bosques y su posterior aprovechamiento y reforestación, hace que la madera se convierta en el material de utilización industrial más noble para cuidar el medio ambiente.

Fuente:
Elaboración propia en base a la lectura de textos relacionados con la temática.

La madera mejora la calidad de vida y proporciona bienestar emocional en las personas:

La Confederación Española de Empresarios de la Madera (CONFEMADERA), y el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV), a través del proyecto Vivir con Madera, han realizado recientemente una investigación basada en artículos reconocidos por la comunidad científica, que relacionan la madera con la calidad de vida y el bienestar. Estos estudios evidencian que la madera contiene propiedades que favorecen un estilo de vida saludable y por tanto, mejoran nuestra calidad de vida. Por eso, rodearnos de madera en nuestra vida cotidiana nos permite disfrutar de un mayor bienestar.

La textura cálida y natural de la madera influye en el estado anímico de las personas. Investigaciones realizadas muestran cómo la estimulación visual con madera produce en las personas una sensación de relajación que se somatiza en forma de disminución de la presión arterial y en la reducción de cuadros de depresión. Mientras que la prueba con otros materiales mostró resultados menos positivos. Esto se debe a que la madera crea atmósferas cálidas, naturales y confortables que contribuyen a mejorar el estado emocional de las personas.

Fuente:
Según estudios publicados por SAKURAGAWA, S. y otros en Journal of Wood Science (2004), "Influence of wood wall panels on physiological and psychological responses" y por TSUNETSU, Y. y otros en Journal of Wood Science (2006), "Physiological effects in human induced by the visual stimulation of room interiors with different wood quantities".
Estudio original en www.vivirconmadera.info

Frente a las características mencionadas se consideró apropiada la utilización de madera de Cedro o Peteribí, como material principal en la construcción de este diseño ya que presentan muy buenas propiedades estables en función del tiempo y son maderas relativamente económicas en nuestro país.

Certificación de la madera

- La certificación forestal de la madera es, actualmente, la iniciativa más importante que se está llevando a cabo para mejorar la gestión forestal en los bosques del planeta y frenar el proceso de deforestación incontrolada.
- La certificación es un valor añadido a los productos forestales ya que garantiza la conservación de los bosques y la mejora de las condiciones sociales de los trabajadores forestales así como de las poblaciones locales.
- El objeto de la certificación es que quienes la adoptan pueden demostrar que respetan el bosque a la vez que cumplen todas leyes tanto en origen de la madera como en el proceso de transformación.
- En consecuencia, el objetivo de la certificación es establecer un vínculo entre el consumidor, que desea favorecer los productos elaborados de forma responsable, y los productores y la materia prima de la que proceden.



Fuente:
<http://www.confemadera.es>

El **Consejo de Administración Forestal (Forest Stewardship Council)**, más conocido por sus siglas en inglés **FSC**, es una organización no gubernamental de acreditación y certificación con sede en Bonn, Alemania.



Ambientalmente Adecuado

El manejo forestal ambientalmente apropiado garantiza que la forma en que se realice la recolección de madera y productos no maderables contribuya a mantener la biodiversidad, la productividad y los procesos ecológicos del bosque.

Socialmente Beneficioso

El manejo forestal socialmente beneficioso contribuye a que tanto las poblaciones locales como la sociedad en su conjunto, disfruten de los beneficios a largo plazo, a la vez que proporciona grandes incentivos para que las comunidades manejen los recursos locales y se involucren en los planes de manejo a largo plazo.

Económicamente Viable

El manejo forestal económicamente viable implica que las operaciones forestales se estructuren y manejen de modo que sean lo suficientemente rentables, sin que generen ganancias económicas a expensas del recurso forestal, del ecosistema o de las comunidades afectadas. La tensión entre la necesidad de generar una rentabilidad financiera adecuada y los principios de operaciones forestales responsables puede reducirse mediante esfuerzos por comercializar la amplia gama de productos y servicios forestales al mejor precio por su valor.

Visión

Los bosques del mundo satisfacen los derechos y necesidades sociales, ecológicas y económicas de las generaciones presentes sin comprometer los de las futuras generaciones.

Misión

El Forest Stewardship Council A.C. (FSC) deberá promover un manejo ambientalmente apropiado, socialmente beneficioso y económicamente viable de los bosques del mundo.

Principios y Criterios del FSC

Los Principios y Criterios del FSC fueron publicados por primera vez en 1994 y enmendados en 1996, 1999 y 2001. Una revisión a fondo comenzó en 2009 y resultó en revisiones mayores a la redacción – aunque no a la esencia – de los Principios y Criterios, que fueron propuestas en 2011. La votación sobre la nueva versión concluyó en enero de 2012 con la nueva versión de los Principios y Criterios del FSC (FSC-STD-01-001 V5-0 D5-0 EN) aprobada por el 75% de votos de los miembros.

Los principios y criterios deben aplicarse en cualquier unidad de manejo forestal antes de que ésta pueda recibir la certificación FSC: Los Principios y Criterios son aplicables para cualquier tipo de bosque y todas las zonas dentro de la unidad de manejo incluidas en el alcance del certificado.

Los PyC son aplicables en el mundo entero y son adecuados para zonas forestales y diversos ecosistemas, así como diferentes sistemas culturales, políticos y legales. Esto significa que no son específicos para un determinado país o región. En muchos países, los grupos de trabajo del FSC han desarrollado Estándares Nacionales FSC. Éstos se basan en los Principios y Criterios y proporcionan indicadores localmente apropiados para cada uno de los criterios con el fin de que el cumplimiento se pueda demostrar en esa situación nacional.

Directrices internacionales aprobadas por consenso para el manejo forestal responsable describen los elementos o normas esenciales del manejo forestal ambientalmente apropiado, socialmente beneficioso y económicamente viable.

Son diez los principios que exponen esta visión; cada uno está respaldado por varios criterios que brindan una manera de juzgar si, en la práctica, el principio se ha cumplido.

El dueño o el administrador del bosque lleven a cabo lo siguiente:

Principio 1: Cumplimiento de las leyes y los principios del FSC– cumplir todas las leyes, reglamentos, tratados, convenciones y acuerdos, junto con los principios del FSC.

Principio 2: Derechos y responsabilidades de tenencia y uso – definir, documentar y establecer legalmente tenencia y derechos de uso a largo plazo.

Principio 3: Derechos de los pueblos indígenas –identificar y respaldar los derechos de los pueblos indígenas de propiedad y uso de la tierra y sus recursos.

Principio 4: Relaciones comunales y derechos de los trabajadores – mantener o mejorar el bienestar social y económico de las comunidades locales y de los trabajadores forestales.

Principio 5: Beneficios del bosque – mantener o mejorar los beneficios económicos, sociales y ambientales a largo plazo provenientes del bosque.

Principio 6: Impacto ambiental – mantener o restaurar el ecosistema, su biodiversidad, recursos y paisajes.

Principio 7: Plan de manejo – contar con un plan de manejo implementado, monitoreado y documentado.

Principio 8: Monitoreo y evaluación – demostrar el progreso hacia el cumplimiento de los objetivos de manejo.

Principio 9: Mantenimiento de bosques con alto valor de conservación – mantener o mejorar los atributos que definen a dichos bosques.

Principio 10: Plantaciones – planear y manejar las plantaciones de acuerdo con los Principios y Criterios del FSC.

Fuente: <https://ic.fsc.org>

4.4.2 Hierro

Definición: Es un metal maleable, de color gris plateado y presenta propiedades magnéticas; es ferromagnético a temperatura ambiente y presión atmosférica. Es extremadamente duro y denso.

El hierro es el metal duro más usado, con el 95% en peso de la producción mundial de metal. El hierro puro (pureza a partir de 99,5%) no tiene demasiadas aplicaciones, salvo excepciones para utilizar su potencial magnético. El hierro tiene su gran aplicación para formar los productos siderúrgicos.

Es indispensable debido a su bajo precio y tenacidad, especialmente en automóviles, barcos y componentes estructurales de edificios.

Se puede obtener hierro a partir de los óxidos con más o menos impurezas. Muchos de los minerales de hierro son óxidos, y los que no, se pueden oxidar para obtener los correspondientes óxidos.

La reducción de los óxidos para obtener hierro se lleva a cabo en un horno denominado comúnmente alto horno. En él se añaden los minerales de hierro en presencia de coque y carbonato de calcio, que actúa como escorificante.

Finalmente se produce la combustión y desulfuración (eliminación de azufre) mediante la entrada de aire. Y por último se separan dos fracciones, la escoria y el arrabio, este último es hierro fundido y es la materia prima que luego se emplea en la industria.

El arrabio suele contener bastantes impurezas no deseables, y es necesario someterlo a un proceso de afinado en hornos llamados convertidores.

En 2000 los cinco mayores productores de hierro eran China, Brasil, Australia, Rusia e India, con el 70% de la producción mundial.

Fuente:
www.wikipedia.org

El acero que se usa ahora tiene 150 años.

El acero es un metal que no pierde sus cualidades, como la resistencia, la dureza o la maleabilidad. Por tanto, se puede reciclar todas las veces que se desee. La Unión de Empresas Siderúrgicas (Unesid) estima que desde 1900 se han reciclado 22.000

millones de toneladas de acero en el mundo. Por cada segundo que pasa, se reciclan en el mundo 15 toneladas de acero.

En la fabricación de acero reciclado apenas se desperdicia material

Más de la mitad del acero utilizado a diario o a nuestro alrededor proviene del reciclado de chatarra: aceros producidos hace 150 años forman parte del proceso productivo actual, como las carrocerías de los vehículos que circulan hoy en las carreteras. En España, más de tres cuartas partes del acero fabricado procede de chatarras férricas, como los residuos de envases de acero, asegura Ecoacero, la Asociación para el Reciclado de la Hojalata, que engloba a las principales empresas del sector de dichos envases.

El acero se recicla todo, incluso el que se tira mal.

En la fabricación de acero reciclado apenas se desperdicia material, con un rendimiento cercano al 100%. Santiago Oliver, director de Medio Ambiente, Energía e I+D+i de Unesid explica que, gracias a su capacidad magnética y a las corrientes de inducción, el acero es el material más fácil y barato de recolectar de todos los producidos. Además, al igual que el resto de metales que admiten un reciclado mediante refusión, es el material más reciclable y reciclado del mundo tanto en calidad como cantidad (igualado en porcentaje por los metales nobles).

Los productos de acero que llegan a vertederos, incineradoras o plantas de compostaje, por no haberse depositado de forma correcta, tienen una segunda oportunidad. La mayoría de estas instalaciones poseen electroimanes que extraen el acero del resto de residuos para poder reciclarlo. A pesar de ello, separar de forma correcta los residuos es más directo y reduce el esfuerzo del reciclaje y el impacto ambiental.

Acero reciclado, desde una bici al Gran Colisionador de Hadrones.

El acero es un material muy útil para multitud de productos. Con el acero reciclado se puede hacer "cualquier cosa, solo hay que adecuarlo a la composición exacta de cada calidad requerida", precisa Santiago Oliver. La industria emplea unas 5.000 calidades de acero distintas para cada una de las millones de aplicaciones del acero de uso habitual. Por eso, se puede encontrar acero reciclado en envases, edificios, bicicletas, trenes, autobuses, sartenes, amortiguadores de coche, tuberías, aerogeneradores, o una pieza del Gran Colisionador de Hadrones. Casi un 80% de las 70.000 toneladas de esta gigantesca instalación científica está hecho de acero.

Reciclar acero beneficia a las empresas y al medio ambiente.

Los responsables de Ecoacero aseguran que otra razón que explica el éxito del reciclaje del acero es su integración en el proceso de producción: para fabricar acero hay que usar acero reciclado. La industria siderúrgica española, en su reciente informe sobre el reciclado del acero (IRIS 2013), afirma que por cada tonelada de acero reciclada, ahorra alrededor de una tonelada y media de mineral de hierro, un 85% de agua, un 80% de energía y un 95% de carbón.

El aumento y la mejora del reciclaje de acero reducen así el impacto ambiental. Según Oliver, desde 1970 el sector siderúrgico español ha disminuido sus emisiones de dióxido de carbono (CO₂) por tonelada de acero producida en más del 75%. Desde 1960 ha bajado en un 95% el agua consumida, al reutilizarla en los procesos, y los vertidos se limitan a purgas o evaporación para enfriar procesos. Entre el 90% y el

100% de los residuos y subproductos del proceso se valorizan. Las escorias, por ejemplo, se reutilizan como áridos en la construcción de carreteras o la producción de cemento.

La responsabilidad ambiental de la industria es cada vez mayor, destacan desde el sector. El 100% del acero se produce bajo sistemas de gestión ambiental certificados (ISO 14001 y/o EMAS). Valgan dos casos diferentes: desde 1982, el espesor mínimo de la pared del envase de acero ha disminuido en un 1% cada año, según Ecoacero.

Fuente:

http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2013/03/27/216265.php

Reciclaje del Acero

El acero es el material más reciclado del mundo. De los 1.490 millones de toneladas de acero producidas el año 2011, el 42% es reciclado proveniente de chatarra. Esto equivale al peso de 235 torres Eiffel cada día.

No debe sorprender entonces, que este material está siendo reciclado más que el aluminio, el plástico y el vidrio sumados. En Chile, la tasa promedio de reciclaje de chatarra es algo más baja, si la comparamos con países industrializados, llegando sólo al 38% del total de acero producido.

En un año normal, la industria mundial del acero a través del reciclado, ahorra el equivalente a la energía requerida para 110 millones de hogares. En Chile, este ahorro anual equivale al suministro de toda la electricidad necesaria para unos 80 mil hogares una población equivalente a toda la Primera Región de nuestro país.

El acero viejo para elaborar acero nuevo, eso significa que cada nuevo producto de acero contiene una parte de acero reciclado, el que previamente ya fue utilizado. De modo que, cada vez que usted compra un producto de acero, está cerrando un ciclo de reciclaje, al adquirir algo que alguna vez fue reciclado.

Por eso, podemos decir que este es el único material constructivo, que siempre contiene algo de material reciclado. Este es completamente reciclable al final de la vida útil del producto y podría ser reciclado un número ilimitado de veces, sin perder calidad.

En todo el mundo, casi el 100% de la producción de acero, utiliza uno de los dos tipos de procesos, ya sea por hornos de arco eléctrico (HAE) o mediante hornos básicos al oxígeno (HBO). En las operaciones con hornos básicos al oxígeno, se emplea un mínimo de un 20% de chatarra. Solo este proceso demanda alrededor de un tercio de toda la chatarra. El resto de la chatarra, es utilizada en hornos de arco eléctrico, igual al que posee Gerdau, los cuales funden un 100% de chatarra.

El acero reciclado es más resistente que nunca, de hecho, si la Torre Eiffel fuera construida hoy, ésta podría utilizar sólo el 35 por ciento del acero que entró en 1897. Los productos de acero tienen una larga duración. Por ejemplo, la mayoría de los electrodomésticos tienen una larga vida, gracias a que una parte importante de sus componentes son de acero. Eso es así, porque este material corresponde al 75 por ciento de los elementos más importantes, incluyendo los motores que los mantienen operando por años. Un refrigerador promedio, por ejemplo, puede durar más de 20 años.

El acero juega un importante rol en la duración de las cubiertas de las techumbres. Con la durabilidad de este material, las techumbres de acero pueden durar hasta 50 años, comparadas con otros materiales, como las tejas de asfalto, o fibrocemento que duran solamente alrededor 17 años.

Todo esto y en conjunto con la expansión económica global, crean más demanda de productos, que no puede ser satisfecha en su totalidad, por la chatarra disponible. Por

eso se hace necesario producir nuevo acero como suplemento, a partir de las fuentes primarias de mineral de hierro.

Fuente:
<http://www.gerdau.cl>

Gerdau es líder en la producción de aceros largos en el Continente Americano y una de las principales proveedoras de aceros largos especiales del mundo. Cuenta con más de 45 mil colaboradores y operaciones industriales en 14 países - en los continentes americano, europeo y asiático - las que suman una capacidad instalada superior a 25 millones de toneladas de acero. Es la más grande recicladora de Latinoamérica, y transforma anualmente millones de toneladas de chatarra en acero.

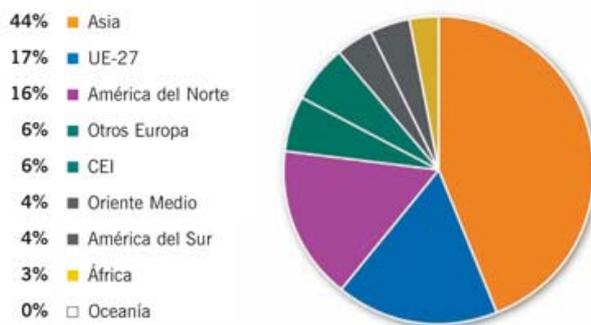
Producción de acero en horno eléctrico a partir fundamentalmente de chatarra, por regiones ¹⁾ (en millones de toneladas)

	2001	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Asia	98,8	151,5	161,5	162,5	156,6	179,6	195,0
UE-27	71,9	83,0	84,6	82,2	61,2	72,4	75,8
América del Norte	58,9	76,0	77,7	72,4	51,8	67,6	70,6
Otros Europa	11,9	20,4	22,7	22,8	20,0	23,5	27,7
CEI	12,6	21,1	24,7	25,5	20,8	22,9	23,7
Oriente Medio	9,5	13,2	14,5	14,7	15,7	17,2	18,5
América del Sur	12,4	17,4	18,0	17,1	14,1	15,1	18,0
África	7,7	11,0	11,8	10,9	10,2	11,1	10,6
Oceanía	1,5	1,7	1,8	1,7	1,2	1,5	1,5
TOTAL MUNDIAL	285,1	395,2	417,4	409,9	351,5	410,7	442,1

FUENTE: WORLD STEEL ASSOCIATION- STEEL STATISTICAL YEARBOOK 2011 - WORLD STEEL IN FIGURES 2012. | ¹⁾ Ver Anexo



Producción de acero en horno eléctrico a partir fundamentalmente de chatarra, por regiones 2011 (en porcentaje)



FUENTE: WORLD STEEL ASSOCIATION

Frente a las características mencionadas se consideró apropiada la utilización de hierro como material estructural ya que tiene un costo relativamente bajo y en su producción genera menos contaminación al medio ambiente respecto de otros metales.

4.4.3 Cromado Electrolítico

El cromo es un metal de transición duro, frágil, gris acerado y brillante. Es muy resistente frente a la corrosión.

Su estado de oxidación más alto es el +6, aunque estos compuestos son muy oxidantes.

Los estados de oxidación +4 y +5 son poco frecuentes, mientras que los estados más estables son +2 y +3. También es posible obtener compuestos en los que el cromo presente estados de oxidación más bajos, pero son bastante raros.

Se obtiene cromo a partir de la cromita (FeCr_2O_4). El cromo se obtiene comercialmente calentando la cromita en presencia de aluminio o silicio (mediante un proceso de reducción). Aproximadamente la mitad de la cromita se extrae de Sudáfrica. También se obtiene en grandes cantidades en Kazajistán, India y Turquía

Los depósitos aún sin explotar son abundantes, pero están geográficamente concentrados en Kazajistán y el sur de África.

Aproximadamente en el año 2000 se produjeron quince millones de toneladas de cromita, de la cual la mayor parte se emplea para aleaciones (cerca de un 70%), por ejemplo para obtener ferrocromo (una aleación de cromo y hierro, con algo de carbono). Otra parte (un 15% aproximadamente) se emplea directamente como material refractario y, el resto, en la industria química para obtener diferentes compuestos de cromo.

Se han descubierto depósitos de cromo metal, aunque son poco abundantes; en una mina rusa (Udachnaya) se producen muestras del metal, en donde el ambiente reductor ha facilitado la producción de diamantes y cromo elemental.

El cromo es un metal muy difícil de trabajar en frío porque es muy duro y quebradizo, en caliente es igual de difícil porque se oxida con una capa de óxido de cromo dura e infusible. Por estas razones el cromo no se suele emplear como metal puro salvo en ocasiones muy raras aunque eso sí, entra a formar parte de muchas aleaciones.

Especialmente es aleado con el hierro porque mejora su dureza y resistencia a la corrosión. El acero inoxidable contiene entre un 8 y un 12 % de cromo, y es el principal responsable de que sea inoxidable.

El cromo brillante o decorativo son finas capas de cromo que se depositan sobre cobre o níquel para mejorar el aspecto de algunos objetos. El famoso niquelado de paragolpes y otros embellecedores de coche suele consistir en una capa de níquel terminada con un "Flash" de cromo de algunas micras de espesor. El color del cromo es más azulado y reflectante que el níquel y es mucho más resistente a la corrosión ya que inmediatamente se forma una fina e imperceptible capa de óxido que protege al metal.

El cromo tiene poco poder cubriente, menos aún si las capas que se depositan son tan finas como una micra. Por ello las superficies a cubrir deben estar bien pulidas, brillantes y desengrasadas ya que el cromo no va a tapar ninguna imperfección. Es por esto por lo que frecuentemente las piezas que se croman con objeto decorativo se recubren con cobre y níquel antes de ser cromadas. El cromo se aplica bien sobre el cobre, el níquel y el acero, pero no sobre el zinc o la fundición.

Tratamiento de efluentes:

Debido al alto poder de contaminación de los efluentes generados por los procesos planteados anteriormente se considerarán los tratamientos de adecuación de los mismos a los niveles de concentración permitidos por las normas vigentes para su posterior vertido.

La definición de todo tratamiento deberá basarse en: el conocimiento de los diversos contaminantes; la caracterización de los efluentes; la organización de los desagües y la separación de los efluentes. Por lo tanto, el buen funcionamiento de la instalación

dependerá de que se realice previamente un estudio minucioso, ya que cualquier elemento nocivo, que no se hubiera tenido en cuenta, podría perturbar seriamente la instalación.

La Ley N° 24051 y decreto nacional 831/93 legisla sobre las actividades que generan, transportan, tratan y/o dispongan residuos peligrosos en los lugares sometidos a jurisdicción nacional.

Los valores límites establecidos según antecedentes bibliográficos, para el cromo en el ambiente general son los siguientes:

- Aire urbano: 50 mg/m³
- Agua de ríos: 10 mg/m³
- Agua de océanos: 5 mg/m³
- Agua potable: 0,05 mg/L
- Suelo: 125 mg/kg. en promedio, aunque puede aumentar hasta 250 mg/kg. (no existe un límite preciso)
- Alimentos: la ingesta diaria no debe exceder de 0,03-0,2 mg/día.

Fuente:

Monografía: Procesos industriales inorgánicos: Cromado Electrolítico - 2006

Universidad Nacional de Córdoba

Fac. Ciencias Exactas, Físicas y Naturales – Ingeniería Química

Andrada, Hugo L. - Bianchi, Benjamin E. - Cemino, Fernando E. - Perez, Daniel A.

Frente a las características mencionadas se consideró apropiada la utilización del Cromado Electrolítico para dar un acabado brillante a los marcos estructurales de hierro.

4.4.4 Acrílico (Polimetilmetacrilato)

Dentro de los plásticos de ingeniería podemos encontrarlo como polimetilmetacrilato. La placa de acrílico se obtiene de la polimerización del metacrilato de metilo y la presentación más frecuente que se encuentra en la industria del plástico es en gránulos ('pellas' en castellano; 'pellets' en inglés) o en placas. Los gránulos son para el proceso de inyección o extrusión y las placas para termoformado o para mecanizado.

Fuente:

www.wikipedia.org

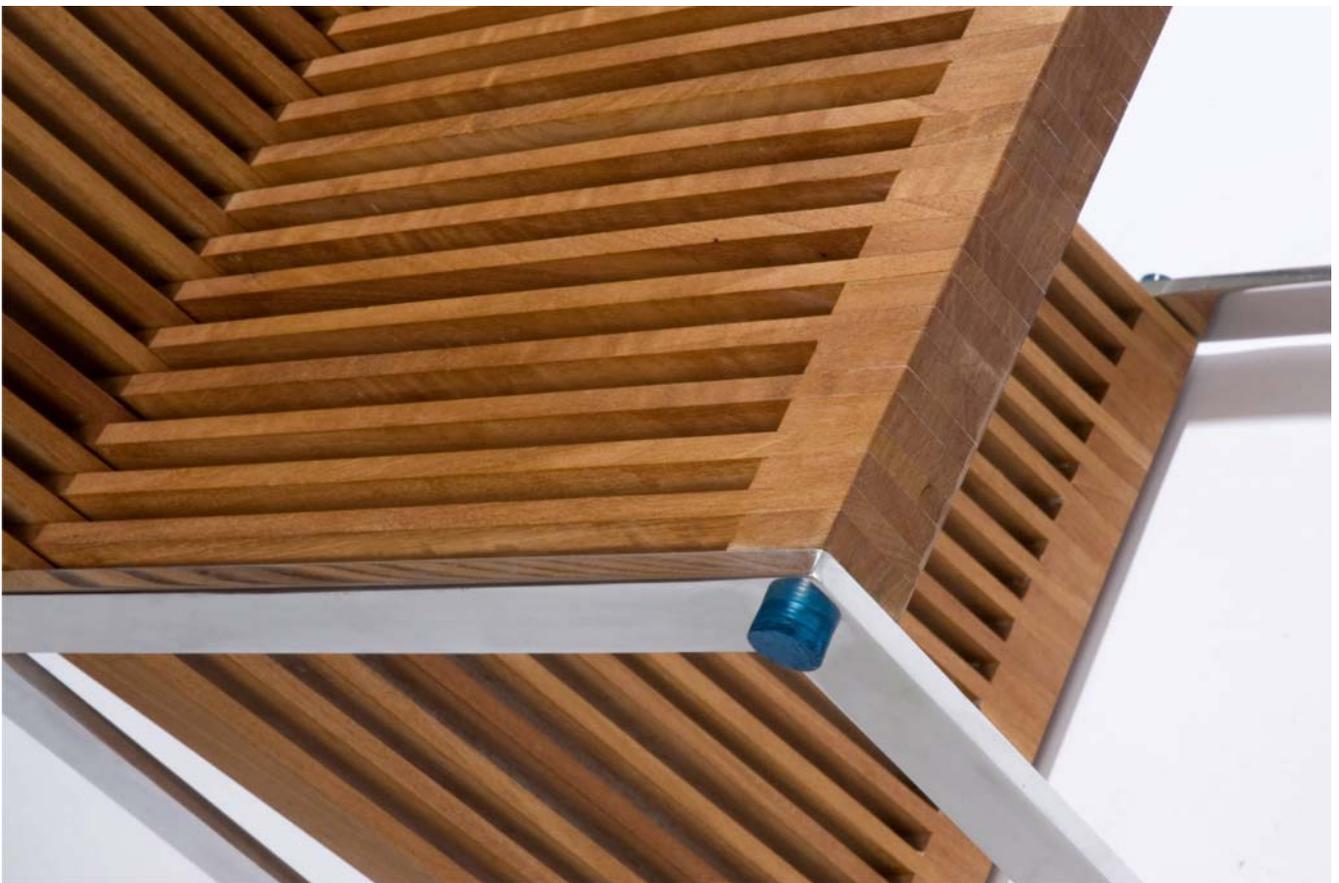
Frente a las características mencionadas se consideró apropiada la utilización del acrílico para materializar y resaltar con color los puntos de fijación de los marcos al asiento y respaldo en la silla.

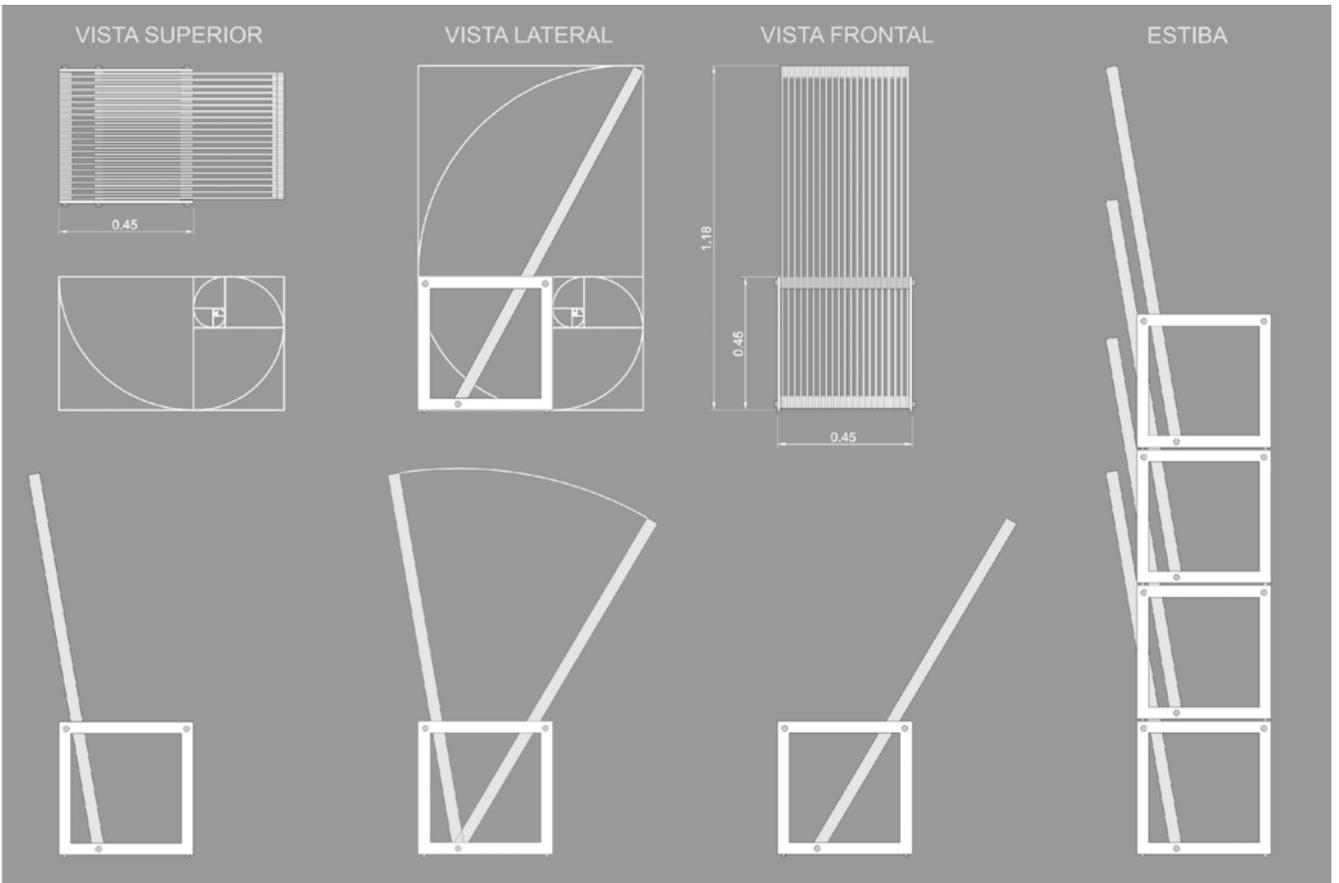
4.5 Imágenes del Prototipo:

Las fotografías mostradas a continuación corresponden al prototipo en escala real y han sido tomadas en el estudio de fotografía Virginia Bianco.

<http://www.virginiabianco.com/>

La imagen que representa los planos de la silla es de elaboración propia.





Bibliografía:

1000 Chairs – Charlotte & Peter Fiell – Taschen

Collecting Design – Adam Lindemann – Taschen

Frank Lloyd Wright – Inside and out – Barnes & Noble

Genios del arte · Gaudí – Alberto T. Estevez – Susaeta

Colección Arquitectura – Taschen:

Eames - Gloria Koenig

Hoffmann - August Sarnitz

Neutra - Barbara Lamprecht · Peter Gössel

Mies van der Rohe - Claire Zimmerman

Koenig - Neil Jackson

Le Corbusier - Jean-Louis Cohen

Schindler - James Steele

Wright - Bruce Brooks Pfeiffer

Marcel Breuer - Arnt Cobbers

Mendelsohn - Arnt Cobbers

Frey - Gloria Koenig

Gaudí - María Antonietta Crippa

Ponti - Graziella Roccella

Loos - August Sarnitz

Gropius - Gilbert Lupfer · Paul Sigel

Bauhaus - Magdalena Droste

Aalto - Louna Lahti

Saarinen - Pierluigi Serraino

Prouvé - Nils Peters

Ando - Masao Furuyama

La composición áurea en las artes plásticas – Pablo Tosto – Librería Hachette S.A.

Las dimensiones humanas en espacios interiores – Julius Panero & Martin Zelnik – Ediciones G. Gili, S.A.

La madera en la arquitectura 1 y 2 – Bernardo M. Villasuso – El Ateneo

Nociones prácticas de diseño estructural – Gloria Diez – Nobuko

Fundamentos del diseño – Robert Gillam Scott – Editorial Victor Leru S.R.L.