

Universidad Central de Venezuela
Facultad de Humanidades y Educación
Escuela de Artes
Departamento de Artes Plásticas y Museología

*La proporción áurea en las esculturas de Alexander Calder
en la Universidad Central de Venezuela*

Ramírez León, Verónica Elena

C.I.: 21.014.169

Tutor: Prof. Freddy Carreño

Caracas, julio del 2015

A mis padres y abuela,
a quienes les debo todo.

Agradecimientos

A mis padres, por su eterna paciencia y gran apoyo.

A COPRED, especialmente a la Lic. Nila Sareet, por el material bibliográfico y catálogos aportados.

A Elena L., por el apoyo incondicional, ánimos y ayuda al adquirir material bibliográfico.

A Oscar R., por el aporte de material audiovisual y haber despertado en mí el cariño por el tema de este Trabajo de Grado.

A Luis Miguel B., por estar siempre allí y darme ánimos para terminar.

A Ricardo S., por estar siempre pendiente, haber sido parte importante de mi experiencia universitaria y por haberme ayudado con el material bibliográfico.

A mis amigos de la carrera, por haber hecho que todo valga la pena.

A Dios y a todo aquel que haya tomado parte en hacer posible este trabajo.

Índice de contenido

Lista de ilustraciones	i
Resumen.....	vi
Introducción	vii
Capítulo I: La proporción áurea.....	1
I.1: Un breve recorrido a través de sus comienzos.....	2
I.2: El número Fi	10
I.3: La geometría sagrada y las figuras áureas	16
I.4: Algunos usos de la proporción áurea en el SXXI	26
Capítulo II: El arte cinético y Alexander Calder.....	36
II.1: El arte cinético.....	37
II.2: Alexander Calder (1898-1976)	45
II.3: Alexander Calder y Carlos Raúl Villanueva.	63
Capítulo III: Análisis de las obras	69
III.1: Ubicación de las obras	71
III.2: Descripción de las obras.....	75
III.3: Análisis formal de las obras.....	78
III.4: Análisis áureo de las obras.....	91
Conclusiones.....	119
Bibliografía.....	125
Anexos	129

Lista de ilustraciones

Ilustración 1: Da Vinci, Leonardo. *El Hombre de Vitruvio*. (1940). Dibujo en lápiz y tinta. 34,4 cm × 25,5 cm. Galería de la Academia de Venecia. Venecia, Italia. Imagen tomada de: http://es.wikipedia.org/wiki/Hombre_de_Vitruvio#/media/File:Da_Vinci_Vitruve_Luc_Viatour.jpg

Ilustraciones 2, 3 y 4: Da Vinci, Leonardo. *Bocetos de poliedros para De Divina Proportione de Luca Pacioli*. (1509). Dibujos en lápiz y tinta. Imagen tomada de: <https://arteapiedecalle.wordpress.com/category/matematicas/>

Ilustraciones 5, 6, 7, 8, 9, 10,11 y 12: Evolución del logo de la Pepsi. Disponible en: <http://www.cuandoerachamo.com/logo-pepsi-evolucion-del-logo-de-pepsi-cola>

Ilustración 13: ARNELL GROUP, *BREATHTAKING: Design Strategy 2008, Creation of Identity: A Blueprint for Proportions*. 2008. Página 19.

Ilustración 14: *Relación áurea del logo la Pepsi*. Disponible en: <http://www.paredro.com/logotipos-concebidos-bajo-la-proporcion-aurea/>

Ilustración 15: *Relación áurea del logo de Apple*. Disponible en: <http://www.paredro.com/logotipos-concebidos-bajo-la-proporcion-aurea/>

Ilustraciones 16 y 17: *Relación áurea del logo y página web de Twitter*. Disponible en: <http://www.spk.la/2010/09/nuevo-twitter-se-ordena-con-espiral-aurea/>

Ilustración 18: Da Vinci, Leonardo. *Grabado áureo para De Divina Proportione*. (1509). Grabado.

Ilustración 19, 20, 21, y 22: *Pasos para el diseño áureo en 3D*. Imágenes tomadas de: BEANE, Andy .3D Animation Essentials.USA.WILEY, John & Sons. 2012. Página 40.

Ilustración 23: Le Corbusier. *Le Modulor*. (1944). Imagen tomada de: FARRELLY, Lorraine. *The Fundamentals of Architecture*. Singapore. AVA Publishing. 2007. Página 20.

Ilustración 24: DUCHAMP, Marcel. Rueda de bicicleta. (1913). Ready-made. Rueda suspendida sobre un taburete. 64,5x60,2 cm. MOMA, Nueva York.

Ilustración 25: DUCHAMP, Marcel. *Rotativa Placa de Vidrio*. (1920). Cinco placas de vidrio pintado girando sobre un eje metálico formando un solo círculo para mirar a un metro de distancia de 120.6 x 184.1 cm y plato de vidrio de 99 x 14 cm. Yale University Art Gallery. New Haven. Connecticut. USA.

Ilustración 26: GABO, Naum, (1920- Réplica hecha en 1985). Escultura cinética. Metal, madera y un motor eléctrico. 616x241x190mm. Galería Tate de Arte Moderno, Londres.

Ilustración 27: MOHOLY-NAGY. Modulador de Luz y Espacios. (1922-1930). Máquina cinética. Montaje de estructura de planos de metal a la cual se le proyecta una película con sonido en un espacio cerrado.

Ilustración 28: CALDER, Alexander. *Flamingo* (1974) Stabil pintado hecho en acero. 1,620cm. Chicago.

Ilustración 29: MURRAY, Robert. *Rainmaker*. (1960). Escultura en acero pintado. 244cm. Saskatoon City Hall

Ilustración 30: CALDER, Alexander. *Black, White and Ten Red*. (1957). Móvil con laminas de metal pintado y cable. 83.8x365.8cm. Galería de Arte Nacional, Nueva York. Imagen tomada de: <http://www.nga.gov/content/ngaweb/Collection/art-object-page.92738.html>

Ilustración 31: SOTO, Jesús. *Esfera Caracas*. (1993). Escultura cinética penetrable. Autopista Francisco Fajardo. Caracas, Venezuela.

Ilustración 32: CALDER, Alexander. *Perro y Gato*. (1909). Figuras hechas con láminas de latón.

Ilustración 33: CALDER, Alexander. *Sin título*. 1931. Dibujo a bolígrafo. Colección privada.

Ilustración 34: CALDER, Alexander. *The Flying Trapeze*. 1925. Helly Nahmad Gallery.

Ilustración 35: CALDER, Alexander. *The Cirque Calder*. (1926-1930). Ensamble de diferentes materiales como alambre, madera, metal, tela, papel, cartón, cuero, cuerdas, tubos de hule.

Ilustración 36: CALDER, Alexander. *Frank Crowninshield*. (1928). Escultura de alambre. Fundación Calder, Nueva York.

Ilustración 37: CALDER, Alexander. *Wire Sculpture by Calder*. (1929) Alambre. Escultura de alambre. 48 ¼ x 25 7/8 x 4 7/8 pulgadas. Museo Whitney de Arte Americano. Nueva York.

Ilustración 38: CALDER, Alexander. *Mobile*. (1932). Escultura cinética, móvil. Metal, madera, alambre y cuerdas. 1500x2000x2000mm. Colección Privada de 1992.

Ilustración 39: CALDER, Alexander. *Devil Fish*. (1937) Escultura cinética: estábil. Lámina de metal, pintura y tornillos.

Ilustración 40: CALDER, Alexander. *Teodelapio*. (1962) Escultura cinética: estábil. Acero pintado.

Ilustración 41: CALDER, Alexander. *Boceto original para afiche de exposición*. (1955). Imagen tomada de: <http://www.fundacionnarvaez.com/ucv2014.htm>

Ilustración 42: Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. Fotografía de: Verónica E. Ramírez León.

Ilustración 43: Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. Fotografía de: Verónica E. Ramírez León.

Ilustración 44: Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. Fotografía de: Verónica E. Ramírez León.

Ilustración 45: Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. Fotografía de: Verónica E. Ramírez León.

Ilustración 46: Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. Fotografía de: Verónica E. Ramírez León.

Ilustración 47: Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. Fotografía de: Verónica E. Ramírez León.

Ilustración 48: Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. Fotografía de: Verónica E. Ramírez León.

Ilustración 49: Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. Fotografía de: Verónica E. Ramírez León.

Ilustración 50: Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. Fotografía de: Arq. Joskellerling Nahíomi Pernía.

Ilustración 51: Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. Fotografía de: Arq. Joskellerling Nahíomi Pernía.

Ilustración 52: Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. Fotografía de: Verónica E. Ramírez León.

Ilustración 53: Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. Fotografía de: Verónica E. Ramírez León.

Ilustración 54: Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. Fotografía de: Verónica E. Ramírez León.

Ilustración 55: Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. Fotografía de: Verónica E. Ramírez León.

Ilustración 56: *Boceto de las Nubes Acústicas por Alexander Calder.* Imagen disponible en: <http://aprendersociales.blogspot.com/2008/07/las-nubes-acsticas-de-calder.html>

Ilustración 57: CALDER, Alexander. *Snow Flurry I.* (1948). Móvil. Acero y cable pintado. 238.7x208.8cm . Fundación Calder, MoMA. Nueva York. Imagen tomada de: www.moma.org/collection/object.php?object_id=81427

Resumen

El objetivo de este trabajo de investigación y análisis fue comprobar y estudiar la presencia de la proporción áurea en las esculturas cinéticas de Alexander Calder ubicadas en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela. Estas obras forman parte del proyecto *Síntesis de las Artes*, en el que artistas nacionales e internacionales realizaron una colaboración para darle vida, con todo tipo de arte, a la Ciudad Universitaria de Caracas, de modo que este Trabajo de Grado también buscó estudiar a profundidad uno de los patrimonios de la universidad.

Para obtener una mejor comprensión del análisis que se realizaría a las obras de Calder, se desarrollaron dos conceptos principales: la sección áurea y el arte cinético, tomando como protagonista a Alexander Calder. Se abordó cada tema de manera puntual para luego establecer relaciones entre sí e integrarlos al análisis geométrico áureo de las esculturas. *Ráfaga de Nieve*, *Stábil con Hoja Horizontal* y *Estalagmita* se sometieron a un riguroso estudio para encontrar vestigios de la presencia de la fórmula de la belleza.

Introducción

Este trabajo de investigación y análisis intenta comprobar la hipótesis según la cual se anuncia la posible existencia de la proporción áurea en las esculturas cinéticas del artista norteamericano, Alexander Calder. Se utilizaron como objetos de estudio a tres esculturas ubicadas en la sala de exposición y sala de lectura de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) de la Universidad Central de Venezuela.

Se tomó como punto de partida para el planteamiento de esta investigación tres hechos puntuales:

1. Una referencia importante dada por John L. Stewart en su obra: *ERNST KRENEK the Man and his Music*. A pesar de que el tema principal de este libro es la música, en la página 311 se hace referencia al trabajo escultórico de Alexander Calder. Lo interesante radica en que el autor hace una comparación entre el Mobile musical de Krenek y el Mobile plástico de Calder. Además, la comparación es con la obra de Krenek titulada *Fibonacci Mobile*, por lo que señala una relación entre la estructura de ambos móviles y la secuencia Fibonacci.

In Krenek's *Fibonacci Mobile*, op. 187, which he composed for string quartet and piano four hands in the late autumn of 1964 on a commission from Dartmouth College, elegance was at risk, for he also followed the lead of Stockhausen in Klavierstück XI and other works (...). In Alexander Calder's sculptural Works, to which term "mobile" was first applied, metallic shapes are moved by random currents of air into chance relations with one another. In Krenek's [Fibonacci] mobile, large blocks of music composed in accordance with strict serial procedures were to be performed in a sequence arrived at by chance. He hoped that because the blocks were derived from the same numerical series, much as in Calder's mobiles the elements had similar biomorphic

shapes, they would interact in surprising, but musically interesting, even satisfying ways.¹

2. Así mismo, en el libro David Fraser Jenkins, Frances Spalding y John Piper: *John Piper in the 1930s: Abstraction of the Beach* se resaltó un párrafo en particular:

They met, among others, Jean Helion and Sandy (Alexander) Calder, both of them English-speaking, both of whom were to become lifelong friends (...) and in his works it was discovered that the main dimensions cut exactly at the golden section (Gale 1996).²

Este documento está dedicado a John Piper, artista moderno de gran renombre inspirado principalmente por pintores como Picasso y Braque. En la página 96 se hace referencia a la relación que tuvo Calder con Jean Helion y detalla que en una de sus obras encaja perfectamente la sección dorada.

3. Otra fuente, conformada por ejercicios y actividades, es el conjunto de prácticas hechas a estudiantes de Arte y Matemática por la Galería de Arte Nacional de Washington.

“Students will learn the vocabulary of contemporary sculpture and be able to distinguish between abstract and realistic sculpture, mobile and stabile, and biomorphic and geometric. Then they will build a

Todas las traducciones de este trabajo del inglés al español fueron realizadas por la autora.

¹ STEWART, John L. *ERNST KRENEK: The man and his music*. Oxford, England. University of California Press. 1991. Página 311.

Traducción: En el *Fibonacci Mobile* de Krenek, op 187, el cual fue compuesto para cuarteto de cuerdas y piano a cuatro manos, en el otoño del año 1964 en una comisión de Dartmouth College, la elegancia estaba en riesgo, y también estaba al mando del Stockhausen en *Klavierstück XI* y otros trabajos (...). En los trabajos de escultura de Alexander Calder, a los cuales el término “mobile” se aplicó por primera vez, formas metálicas se mueven por corrientes de aire al azar en un chance de combinaciones entre sí. In el [Fibonacci] móvil de Krenek, largos bloques de música compuesto de acuerdo a una serie de procedimientos estrictos fueron ejecutados en una secuencia que llegaba al azar. Él esperó que porque los bloques derivaban de la misma secuencia numérica, así como en los móviles de Calder, los elementos tenían elementos biomórficos formas biomórficas similares, ellas debían interactuar en sorpresa, pero siendo musicalmente interesantes en maneras hasta satisfactorias.

² FRASER, David; SPALDING, Frances y PIPER John. *John Piper in the 1930s: Abstraction of the Beach*. Michigan, USA. Merrell, 2003. Página 96.

Traducción: Se conocieron, entre otros, Jean Helion y Sandy (Alexander) Calder, ambos de habla inglesa y quienes se convertirían amigos de toda la vida (...) y en sus trabajos se descubrió que sus dimensiones coincidían de forma exacta con la sección dorada (Gales 1996)

Calder-style mobile online and/or offline with art supplies. Lastly, they will complete a worksheet to connect the Fibonacci sequence to a mobile by Alexander Calder”³

Con estas instrucciones impartidas por la Galería de Arte Nacional de Washington, los estudiantes pueden relacionar las secuencias Fibonacci (que están estrictamente relacionadas con la sección áurea) con móviles de Calder, exhibidos en el museo, luego de tener claros los conceptos de la escultura cinética.

La Universidad de Maryland también publicó en su página web⁴ ejercicios relacionados con la sucesión de Fibonacci y los móviles de Calder, específicamente del departamento de Matemática y Computación.

A pesar de que se encontraron diversos ejercicios por parte de estas dos instituciones, e indicios de su presencia y aplicación por parte del artista en algunos libros, no se hallaron trabajos publicados ni textos que expliquen debidamente su presencia.

Se realizaron posibles comparaciones entre el arte cinético y la proporción áurea tomando como base la concepción artístico-matemática de ambos conceptos. El primer y segundo capítulo del trabajo poseen un perfil de investigación y en el tercer capítulo predomina la herramienta analítica.

En primera instancia, en el Trabajo Especial de Grado, se abordó a la sección áurea –también llamada proporción áurea, razón dorada, divina proporción o directamente F_i – desde un punto de vista histórico, explicando sus orígenes, creadores y las diversas lecturas que se le daba desde tiempos

³ Traducción: Los estudiantes aprenderán el vocabulario de la escultura contemporánea y serán capaces de distinguir entre la escultura abstracta y realista, el mobile y el establie, y lo biomórfico y geométrico. Luego, construirán un móvil al estilo de Calder con materiales de arte. Por último, completarán la hoja de ejercicios para conectar la secuencia Fibonacci con un móvil de Alexander Calder.

Fuente:

<http://www.nga.gov/content/ngaweb/education/teachers/lessons-activities/counting-art/calder.html>

⁴ <http://faculty.smcm.edu/sgoldstine/fibmobile.html> consultada en mayo del 2014.

antiguos. Se consideró de gran importancia abordar este tema relacionándolo desde el comienzo con el arte ya que las grandes personalidades que tuvieron que ver con el concepto como Marco Vitruvio, Leonardo Da Vinci y Luca Pacioli poseen el perfil de artista y científico.

La sección áurea va más allá de una mera proporción que se puede poner en práctica, ésta se puede leer desde el punto de vista de la religión, la estética, la filosofía y la geometría. Otro punto de este primer acercamiento es Φ , o número áureo, el cual es la prueba legítima de dicha proporción, éste se investigó de modo preciso sin indagar en las diversas fórmulas matemáticas con las cuales se encuentra relacionado, con especial enfoque en su papel en la serie Fibonacci y geometría sagrada ya que fueron puntos clave para el análisis de las obras cinéticas.

Para lograr una mejor comprensión de futuros pasos a realizar al momento de analizar las imágenes, se realizó una descripción detallada de la construcción de diferentes figuras áureas, métodos de análisis y su respectiva descripción. La espiral áurea, el pentágono áureo, los triángulos áureos, los rectángulos áureos y los segmentos áureos se encuentran en toda la naturaleza y diversas obras maestras del hombre. La geometría sagrada juega un papel esencial en la razón dorada y es uno de los puntos de enfoque de este trabajo ya que el análisis que se realizó es geométrico casi en su totalidad. Se necesitó el perfecto diseño y criterio para usar estas herramientas de forma correcta y a favor de la investigación.

A pesar de que este concepto matemático se encuentra desde la época de los griegos en uso y desde entonces también es tópico de intensivo estudio, es importante resaltar que se sigue utilizando en nuestros días. ¿Qué papel cumple la proporción divina en el arte contemporáneo? En nuestro siglo la sección áurea está abarcando cada vez más terreno. Empresas de diseño, de forma accidental e intencional, han usado las proporciones áureas para fabricar los logos más importantes de nuestro mundo comercial. De igual forma diversas páginas web y redes sociales han intentado obtener este equilibrio que está dominando a la red 2.0. El diseño 2D y 3D ya involucra a la fórmula en sus programas herramientas

para obtener objetos áureos si el profesional así lo desea. Ha habido gran uso de estas técnicas en videojuegos y películas que involucran personajes con aspecto antropomorfo pues las proporciones humanas naturalmente están dotadas de Φ en diversas partes del cuerpo.

Por último, y más importante, reconocidos arquitectos como Le Corbusier han aclamado especial interés e incluso el uso de la proporción áurea en sus edificaciones. La concepción de la escultura y la arquitectura como un cuerpo humano en la cual sus proporciones ayudan con el equilibrio de la obra está muy bien relacionada con los principios de la sección áurea. La arquitectura es un tipo de arte que se puede, en cierto modo, comparar con la escultura cinética; esto debido a sus proporciones, magnitudes, corporeidad, carácter estético, su aspecto firme y a veces utilitario.

Se abordó al arte cinético desde sus raíces, sacando a la luz a sus antecedentes y posibles pensamientos que ya afloraban antes que se estableciera radicalmente como vanguardia. La obra de artistas como Duchamp, Naum Gabo, Maholy-Nagy y Joan Miró ayudó a forjar las bases para el desarrollo del arte cinético, siendo ellos mismos practicantes de éste. Venezuela posee a grandes exponentes de este arte como lo son Jesús Soto y Carlos Cruz Diez, que perteneciendo también al conjunto de artistas que realizaron obras para la *Síntesis de las Artes*, junto con Calder, en la Universidad Central de Venezuela no se puede pasar por alto en mencionar.

Para seguir abordando al arte cinético, en específico la escultura, se usó como protagonista al escultor e ingeniero norteamericano, Alexander Calder. Siguiendo su psiquis y proceso de formación artística se exploraron varios conceptos del arte cinético y posible relación que pudiese tener con su lado matemático y calculador. Después de todo, el arte cinético es un arte calculado que tiene una relación muy importante con la física y las ilusiones ópticas. Alexander Calder creció con grandes influencias desde una corta edad, sus padres eran artistas, y al crecer estudió la carrera de ingeniería. Mientras buscaba su estilo propio, estuvo influenciado de grandes personalidades como Miró y

Mondrián, que tuvieron gran impacto en su acercamiento al color y las proporciones. Se profundizó el acercamiento del norteamericano con diferentes modalidades de arte, como la pintura y hasta un pequeño circo mecánico que él mismo manipulaba y que tiene gran semejanza al modo en que varias de sus esculturas operarían en un futuro. La amistad y encuentro de negocios con el arquitecto venezolano Carlos Raúl Villanueva es lo que vincula a toda historia con nuestro proyecto de grado. Tras una serie de encuentros Alexander Calder termina realizando obras para la Universidad Central de Venezuela que reflejan su estilo característico. Podemos definir la obra de Calder utilizando las palabras: equilibrio, proporción y movimiento. Éstas fueron las características claves según las cuales se investigó, comparó y estudió la evolución artística del escultor. Siendo un hombre con diversas influencias desde una corta edad, ¿Qué papel cumple la ciencia y el arte en la obra de Alexander Calder?

La razón dorada se ha usado por siglos, ya sea de manera intencional o intuitiva, para construir o estudiar obras. Volviendo a nuestro planteamiento inicial centrado en las obras de la Ciudad Universitaria de Caracas es de interés abordarlas desde esta perspectiva, la analítica. ¿Cómo se manifiesta la sección áurea en las esculturas de Alexander Calder? ¿Emplearía el artista en todas sus obras la divina proporción? La interrogante surge al contemplar las obras de Calder realizadas para la UCV y de manera particular las que se encuentran instaladas en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

Por último, ya habiendo explicado los dos conceptos principales desde el punto de vista necesario para comprender la investigación, se procedió a realizar un análisis formal y áureo de las esculturas cinéticas. Se contó con la supervisión de un software de computadora especializado en plantillas y figuras que poseen la sección áurea llamado *Phimatrix* para estar certeros de la veracidad y exactitud del estudio. Abordando a cada obra desde diferentes puntos de vista debido a su carácter versátil y tridimensional, se realizaron diversas lecturas que podían evidenciar la presencia de algo más allá de un equilibrio mecánico, una proporción áurea.

Capítulo I: La proporción áurea
La fórmula de la belleza

I.1: Un breve recorrido a través de sus comienzos

Sin matemáticas no hay arte
Luca Pacioli

Desde el comienzo de los tiempos el hombre ha sentido la necesidad de probar de forma científica, específicamente matemática, la mayoría de los fenómenos de la naturaleza. Un sinnúmero de estudios y documentos hacen evidente el proceso inevitable de querer e intentar expresar mediante los números el porqué de cosas tan sencillas; desde las espirales de un caracol y fenómenos astronómicos hasta las obras de arte creadas por los humanos.

Todas estas preguntas sobre el universo dieron lugar a varios métodos cuyo propósito era desfragmentar y explicar estos fenómenos. Diversos números como pi (π) y fi (Φ), por nombrar a los más conocidos, han tomado un importante lugar en esta investigación y constante experimentación entre los números y el universo.

En campos como la arquitectura y las artes visuales, una de las relaciones más importantes con los números es la de las proporciones. En teoría, en la medida en que exista una proporción entre las partes, dicho objeto es considerado hermoso. Todo artista, estudioso del campo y apasionado espectador sabe la importancia de la experiencia estética en las artes visuales. La proporción también está relacionada directamente con el equilibrio y la belleza.

El arquitecto e ingeniero italiano Marco Vitruvio establece en su libro, *De Architectura*, que toda estructura debía poseer tres características principales. Éstas tenían que ser: *utilitas* (tener un uso y finalidad), *firmitas* (ser firmes y estables) y *venustas* (ser hermosas). Estas tres premisas no sólo se pueden

aplicar a la arquitectura sino a una variedad de campos, entre ellos las bellas artes.

Para Vitruvio:

*Beauty is produced by the pleasing appearance and good taste of the whole, and by the dimensions of all the parts being duly proportioned to each other.*⁵

Desde la antigüedad se le ha dado especial atención e importancia a la parte estética del arte, por lo que este equilibrio era importante. Se supone que existe una relación científica específica que se encuentra en la naturaleza, el cuerpo humano y en varias creaciones del hombre. Ha sido considerada la fórmula de la belleza y la perfección estética. Esta constante matemática ha recibido varios nombres: *Proporción Áurea, Divina Proporción, Razón Dorada, Sección Áurea* etc.

La razón dorada es un concepto bien conocido hoy en día, ha sido estudiada y aplicada en diversos campos de estudio, no solo las artes. Uno de los elementos de la divina proporción que siempre estará presente, sin importar en el campo que se aplique o cómo se haga, es la geometría. El matemático griego y Padre de la Geometría, Euclides no define como tal la proporción o el número áureo pero es el primero que la menciona al definirla en su libro *Los Elementos*, capítulo VI.

Euclides no bautizó al número ϕ , que sería la razón de la divina proporción y se le llama número dorado, pero lo definió cuando en sus tratados habla de dividir un segmento en media y extrema razón. Luca Pacioli sí se dedica a definirla en todo su esplendor y le da una carga pesada al aspecto religioso, ya que fue un fraile, y justifica de muchas formas el por qué le llamó divina.

⁵ Traducción: La belleza es producida por una grata apariencia y buen gusto de un todo y por el hecho de que las dimensiones de todas sus partes sean debidamente proporcionadas entre sí mismas. VITRUVIO, Marcus. *De Architectura*. Primer Libro, Capítulo 3, Sección 2.

De forma más concreta, la definición que aparece en los Elementos de Geometría de Euclides, que recopilan el saber matemático griego, es: « Dize se ser divina una línea recta con razón extrema y media quando fuere que como se ha toda a la mayor parte, assi la mayor a la menor» Que en lenguaje actual sería «Se dice que una recta está dividida en media y extrema razón cuando la longitud de la línea total es a la de la parte mayor, como la de esta parte mayor es a la de la menor»⁶

Leonardo Da Vinci fue uno de los estudiosos que examinó los manuscritos redactados por el arquitecto italiano Vitruvio. Estos textos, que juntos formaban uno de los libros más importantes en la historia de la arquitectura, contenían una gran variedad de principios, reglas y conceptos que eran imprescindibles en la época para construir edificios.

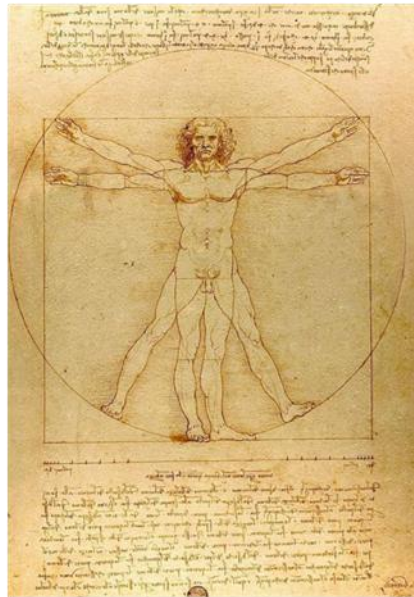
No sólo Da Vinci acudía a estos textos sino que ya eran bien usados, reconocidos y consultados en el Renacimiento. Este tratado consistía en puro texto, a pesar de que la arquitectura es algo tan visual, por esta razón los renacentistas encontrar especial interés en ilustrar el contenido de este libro. Así fue como, en sus conocidos cuadernos escritos al revés, Leonardo ideó una escala de proporciones usando como base las anotaciones que escribió al leer los textos de Vitruvio. En esta página en particular es donde dibujó el conocido *Hombre de Vitruvio*. Esta pieza, desde el Renacimiento hasta nuestros tiempos, ha sido interpretada como un símbolo de la conjunción entre las artes y las ciencias, lo que era Leonardo, el hombre renacentista ideal. Por ello también se le conoce como *Hombre Ideal*.

El texto que se encuentra en la parte superior del dibujo dice:

Vitruvio, architetto, mette nella sua opera d'architectura, chelle misure dell'omo sono dalla natura distribuite inquessto modo cioè che 4 diti fa 1 palmo, et 4 palmi fa 1 pie, 6 palmi fa un chubito, 4 cubiti fa 1 homo, he 4 chubiti fa 1 passo, he 24 palmi fa 1 hoecqueste misure son ne' sua edifiti. Settu apri tanto le gambe chettu chali da chapo 1/14 di tua altez(z)a e apri e alza tanto le bracia che cholle lunge dita tu tochi la linia della somita del chapo,

⁶ GIMÉNEZ, Joaquim. *La proporción: arte y matemáticas*. Barcelona, España. Editorial GRAÓ. 2009. Página 104.

sappi che 'l centro delle stremite delle aperte membra fia il bellico. Ello spatio chessi truova infralle gambe fia triangolo equilátero⁷



Leonardo Da Vinci
Hombre de Vitruvio
1490
Ilustración 1

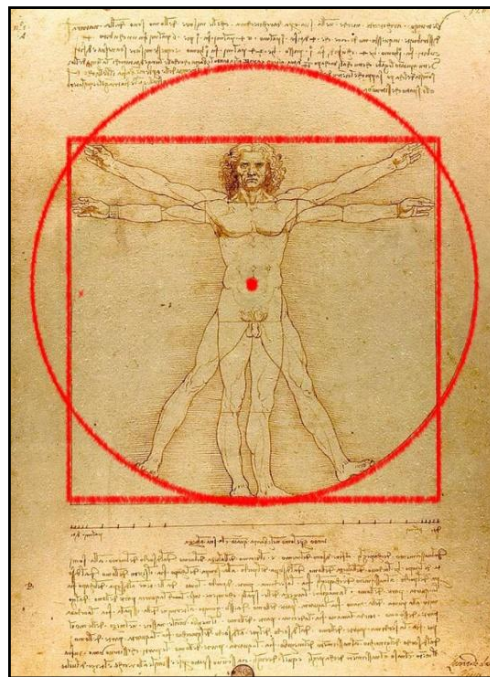
¿Por qué hablar de anatomía humana en un tratado sobre arquitectura? El párrafo que se encuentra en la parte inferior el dibujo sigue explicando las proporciones del cuerpo humano como una fórmula universal. En este caso se pueden ver más claramente en el dibujo. Un ejemplo conocido es que la longitud de los brazos estirados hacia los lados de un hombre equivale a su altura. Ésta sólo representa una de tantas relaciones que numeró y explicó en el párrafo.

Vitruvio quería dar a entender que sin importar las ligeras diferencias de cada cuerpo humano, todos se regían por una regla matemática de la cual no podían escapar, y también creía que esto se podría aplicar a la arquitectura. El

⁷ Traducción: Vitruvio, el arquitecto, dice en su obra De Arquitectura que 4 dedos hacen 1 palma, y 4 palmas hacen 1 pie, 6 palmas hacen 1 codo, 4 codos hacen la altura del hombre. Y 4 codos hacen 1 paso, y que 24 palmas hacen un hombre; y estas medidas son las que él usaba en sus edilicios. Si separas la piernas lo suficiente como para que tu altura disminuya $1/14$ y estiras y subes los hombros hasta que los dedos estén al nivel del borde superior de tu cabeza, has de saber que el centro geométrico de tus extremidades separadas estará situado en tu ombligo y que el espacio entre las piernas será un triángulo equilátero.
Fuente: <http://gantillano.blogspot.com/2012/04/el-hombre-de-vitruvio.html>. Consultado en agosto del 2014.

Hombre de Vitruvio está dibujado específicamente a partir de las reglas establecidas por el mismo Vitruvio y se ha considerado el mejor ejemplo de anatomía humana.

La geometría es protagonista en esta obra de Leonardo ya que se puede observar a simple vista cómo el hombre se encuentra circunscrito en un círculo y a su vez en un cuadrado. Vitruvio especifica el porqué de estas figuras geométricas, relacionado así la anatomía humana con la geometría y, por ende, con dos figuras perfectas.



Luca Pacioli menciona en *Divina Proportione*, que el círculo y el cuadrado son elementos esenciales en cualquier edificio y están ligados a la belleza y perfección. El primero tiene más relación con algo infinito y eterno; mientras que el segundo está ligado al equilibrio. Desde una visión más teológica, el cuadrado es lo terrenal y el círculo lo etéreo.

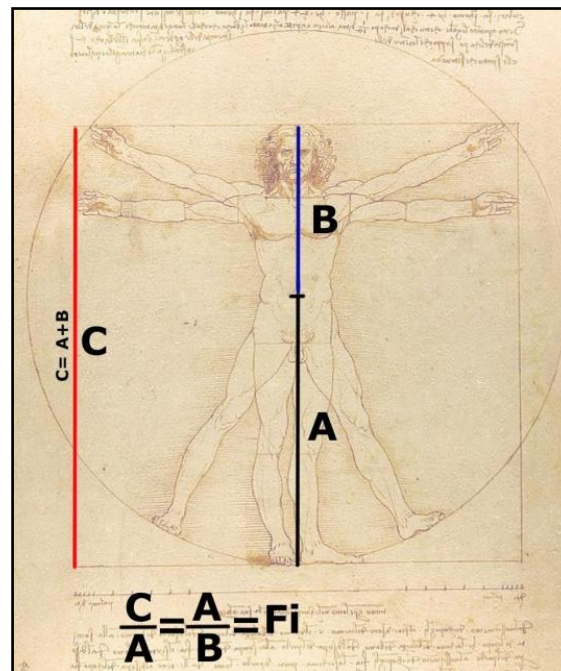
Muchos artistas intentaron hacer lo que hizo Leonardo Da Vinci, a partir de los escritos de Vitruvio, pero las proporciones no parecían coincidir cuando llegaban a la parte de circunscribir la figura humana en las dos figuras geométricas. Esto se debe a que por tomar el texto demasiado fiel, circunscribían

el cuadrado en el círculo y la figura terminaba con extremidades sumamente largas y mal proporcionadas.

Leonardo se dio cuenta de que la gravedad del cuerpo influye en esta situación y a partir de proporciones específicas acomodó ambas figuras de modo en que encajaran. En el dibujo, cuando el hombre abre las piernas se puede trazar una circunferencia y, según Vitruvio, su centro es el ombligo.

Desde otro punto de vista y rescatando enfoque simbólico y teológico que se le dio párrafos anteriores el equilibrio del cuadrado –que simboliza lo terrenal– y el círculo –que se refiere a lo divino– por su ciclo sin fin se alcanza cuando el segundo se encuentra ligeramente elevado sobre la otra figura. Lo divino sobre lo humano.

Da Vinci descifró como hacer para que todo encajara según el tratado de Vitruvio y además su boceto contenía algo que los de los demás renacentistas no: el número áureo o la proporción divina. Esta proporción se encuentra si se toma la altura del hombre (cualquiera de los lados del cuadrado) y se relaciona con la altura del ombligo. Si se dividen esas dos medidas el resultado que da es fi.



Los estudios de Leonardo Da Vinci continuaron a partir de esta obra y relacionó la perfección de la anatomía humana con la arquitectura y logró desarrollar ambas en sus diversos tratados, dándole la razón a Vitruvio y aplicando su tesis. Tomó en serio sus anotaciones y sólo realizó unas cuantas correcciones. *El Hombre de Vitruvio* marcó el comienzo de un sinfín de estudios sobre arquitectura. Poco a poco Da Vinci se fue convirtiendo en el hombre universal, en el hombre de diversas profesiones.

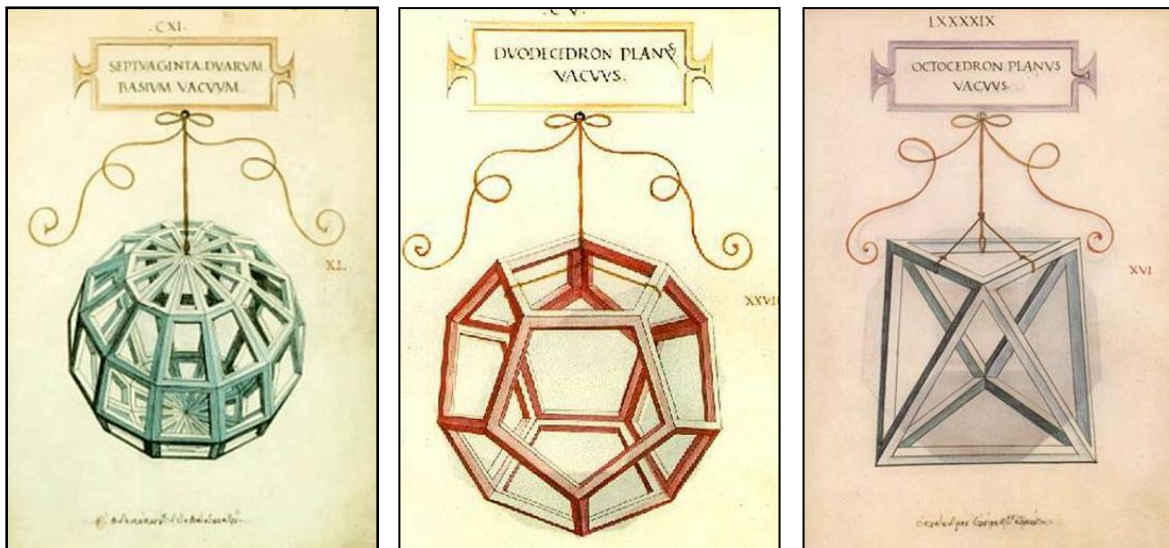
A partir de este metódico estudio, se logra trabajar con algo indispensable en la arquitectura, la geometría. La continuación de sus estudios y diversos bocetos lo llevaron a otra característica indispensable de esta área de las artes plásticas, la perspectiva. Un elemento que se encuentra tanto en la pintura como la escultura pero llevado a la arquitectura, la perspectiva lineal y el punto de fuga se convirtieron en algo clave para futuros proyectos e incluso lo beneficiaron en sus otras áreas artísticas.

Se hace evidente el gran interés de Leonardo Da Vinci por la geometría, en Milán, cuando ilustra gran parte un libro que se publicaría diez años después, *De Divina Proportione* del matemático y fraile italiano, Luca Pacioli. Da Vinci y Pacioli fueron colegas y amigos, su trabajo siempre giró en torno a las matemáticas, específicamente la proporción, la geometría y la óptica. Pacioli marca bruscamente un antes y un después en la obra de Leonardo.

El título del libro se refiere a lo que luego se conocerá como la Proporción Aurea o el número Phi. A partir de esta interacción con las matemáticas, Da Vinci mostró entusiasmo en el estudio de la óptica, los juegos de luces y sombras para hacer lucir tridimensional una superficie plana y llevó todo esto a la arquitectura- específicamente bocetos y estudios sobre diferentes escenarios de circos y teatros- utilizando conceptos de la óptica para localizar objetos puntuales en sus trabajos.

De Divina Proportione, para todo conocedor y estudioso de la geometría sagrada, es considerado uno de los textos principales de estudio. Luca Pacioli se

vale de los conceptos de la geometría euclidiana y el planteamiento de que la matemática, el arte y la ciencia son divinos. Pacioli se volvió Franciscano luego de tener en su vida la gran influencia del Papa de aquella época. Desde muy pequeño mostró talento con las ciencias, en específico la matemática, la cual utilizó para saciar sus inquietudes filosóficas. Con todas sus influencias y fuentes de estudio, fue el que le dio el carácter divino a la sección áurea, el cual explica a profundidad en su obra.



Leonardo Da Vinci
Bocetos de poliedros para De Divina Proportione
 1509
 Ilustraciones 2, 3, y 4

En su obra, De Divina Proportione, Luca explica la importancia del uso de la sección áurea y dice que ésta es divina porque:

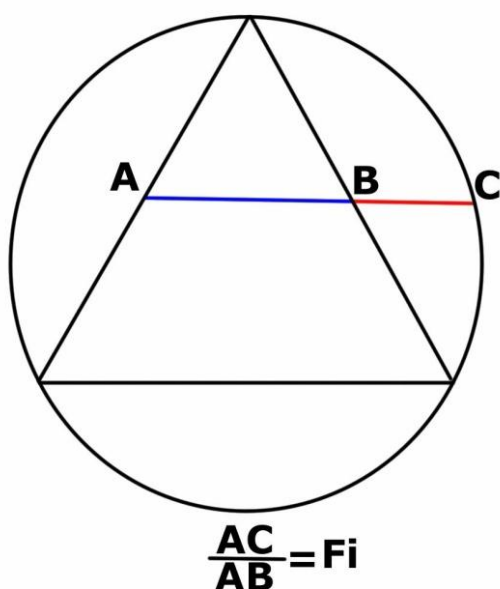
- a- Como Dios, es única.*
- b- Como la Trinidad es una sustancia en tres personas: la “divina proporción” es una proporción dentro de tres términos.*
- c- Como Dios, la divina proporción es siempre similar a sí misma (Calter, Geometry, 13: url)⁸*

La geometría sagrada parte del culto a una figura absoluta, según Pacioli, la circunferencia o el círculo. Como geoméricamente no tiene fin, se le atribuye el significado de perfección. Otra razón por la cual se le brinda este carácter

⁸ RIVERA, Magnolia. *Trampatojos: el círculo en la obra de Remedios Varo*. México. Editor Siglo XXI. 2005. Página 37.

trascendental y sublime es que objetos tan imponentes como los planetas, el sol y las estrellas -que son considerados desde hace siglos como eternos y divinos- la poseen naturalmente.

Por esta razón, la circunferencia casi siempre será una constante en lo que a divina proporción se refiere. Pacioli también utilizará a figuras como el triángulo por su perfección y relación religiosa. A partir de un círculo se puede construir dentro de éste un triángulo equilátero perfecto, esto lo relaciona con la Santísima Trinidad y todo un trasfondo divino.



Dentro del círculo y su relación con el triángulo equilátero se puede encontrar el segmento áureo, cuya razón es Fi, por ende contiene la proporción divina. Pacioli entiende a los números más allá de la cantidad, él le da peso a la cualidad. Cada procedimiento numérico tiene diversas lecturas y variados caminos que se pueden tomar para que al final den lugar al mismo resultado. Esta concepción del mundo numérico es muy importante para entender por qué existen tantas formas de confirmar o negar si alguna obra posee o no la proporción áurea.

I.2: El número Fi

Desde la antigua Grecia se da la presencia de esta relación matemática y parece ser aplicable a todo lo que el ojo considera bello y en especial al arte.

Desde la arquitectura antigua Griega hasta varios ejemplos de arte contemporáneo poseen esta relación. Todo lo referente a la divina proporción tiene que ver, valga la redundancia, con las proporciones de sus partes, qué tan grande es una cosa en comparación con otra, cómo se encuentra su equilibrio, etc.

Aquí es donde entra una forma más precisa de determinar la proporción divina, que es mediante un número. El cálculo de dichas proporciones, siguiendo un cierto método, debe dar alrededor de 1,618; resultado que recibe el nombre de Número Áureo o Φ . Este número es nombrado Φ (*Phi*) en honor al gran escultor griego llamado Fidias (*Phidias*). Al igual que π (+/-3,1415), no se trata de un número racional sino de una relación matemática entre ciertas proporciones. Si estas proporciones se dan, el número aflorará como resultado y se comprobará la presencia de la proporción áurea.

Yendo directamente a sus orígenes, el número áureo es nombrado y definido en el libro y varios trabajos del matemático italiano Luca Pacioli. Su obra maestra es *De Divina Proportione*, ilustrado por Leonardo Da Vinco –uno de los mejores ejemplos de la aplicación de la proporción divina-, que estaba dedicado a las proporciones matemáticas y artísticas en un sinfín de escenarios. La presencia de la forma es esencial en este libro, y la termina relacionando con la proporción divina.

Un concepto que es importante tener claro para comprender la proporción divina es el de la razón. Ya una vez que se entienda la razón, se comprenderá fácilmente el significado de proporción matemática, que es clave y protagónica en esta teoría. Todo es relativo, hasta en la ciencia, y como se estableció antes, en la matemática hay diversos caminos que llevan a la misma meta.

Se entiende por razón matemática al vínculo que existe entre dos cantidades. Si se toma como ejemplo cualquier objeto, su medida no está definida, depende de con qué unidad e instrumento se mida, allí existe la ambigüedad. Tomando esta reflexión en cuenta, la razón es el resultado cuando

una cantidad se divide o resta. Por ejemplo, la razón de 10 entre 5 es 2 porque 2 cabe 5 veces en 10. Así, se entiende a la razón como la relación existente entre dos magnitudes.

Ahora bien, cuando existen varios elementos y todos contienen una misma razón, existe una proporción. Tomando esto en cuenta, todo aquello que contiene la divina proporción, sin importar la dimensión de sus magnitudes o cómo se les relacione, comparten dicha proporción porque sus razones son la misma. La relación entre sus partes es igual.

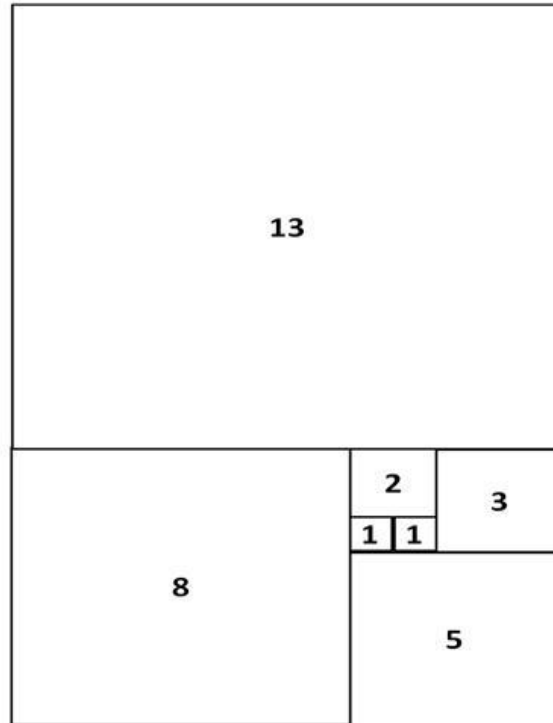
For example, the golden ratio is a value, frequently referred to by the Greek letter Φ (Phi), which has the unique characteristic in that it differs from its reciprocal by 1, that is, $\Phi - 1/\Phi = 1$. This unusual characteristic leads to a plethora of fascinating properties and genuinely connects Φ to such familiar topics as the Fibonacci numbers and the Pythagorean Theorem.⁹

Otro elemento que se asocia directamente con el número de oro, es la sucesión de Fibonacci. El matemático italiano, Fibonacci –cuyo nombre real era Leonardo de Pisa-, descubrió esta sucesión que tendría aplicación en muchos campos de la matemática y la computación. Ésta consiste en que cada número en la sucesión corresponde a la suma de los dos anteriores comenzando por el 1: **1**. (0+1) **1**, (1+1) **2**, (2+1) **3**, (3+2) **5**, (5+3) **8**, (8+5) **13** y así infinitamente.

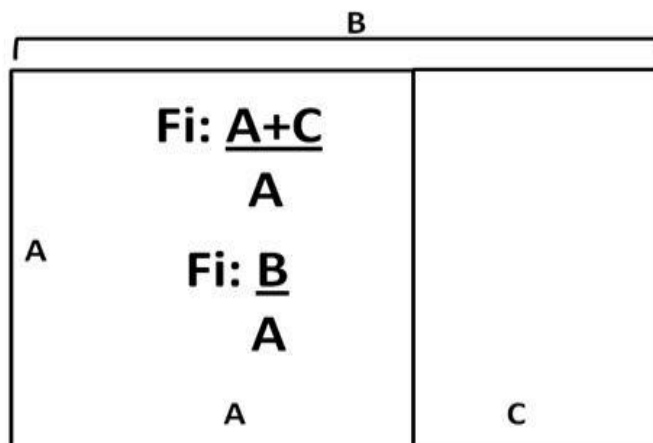
Cuando esta sucesión se dibuja de forma gráfica, cada número es representado con cuadrados del valor de su número, y al seguir la sucesión con el método planteado –de la suma de los dos anteriores–, da como resultado algo como lo siguiente:

⁹POSAMENTER, Alfred y LEGMANN, Ingmar. *The Glorious Golden Ratio*. Nueva York. Prometheus Books. 2012.

Traducción: Por ejemplo, la sección áurea es un valor, frecuentemente referido por la letra griega Φ (Fi), la cual tiene la característica única de que difiere de su recíproco por 1, éste es, $\Phi - 1/\Phi = 1$. Esta es una característica poco usual que conlleva a una plétora de propiedades fascinantes y genuinamente conecta a Φ con temas tales como la serie Fibonacci y el Teorema de Pitágoras



La sucesión aquí sería: **1,1,2,3,5,8,13**. Gráficamente se puede demostrar cómo la suma de los primeros cuadrados da lugar el próximo y así sucesivamente. Este ejemplo de cuadrícula es usado constantemente en el análisis de varias pinturas para ubicar espirales áureas o rectángulos áureos.



Para calcular F_i en un rectángulo áureo se aplica la siguiente fórmula:
 $F_i = A/B$ (área del rectángulo). Para encontrar los rectángulos áureos basta con seleccionar cualquier rectángulo visible del gráfico:

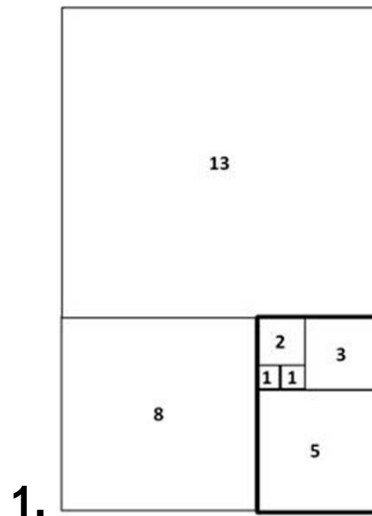


Gráfico 1:
 Base: $5+3 = 8$
 Altura: 5
 Fi: $B/A = 8/5 = 1,6$

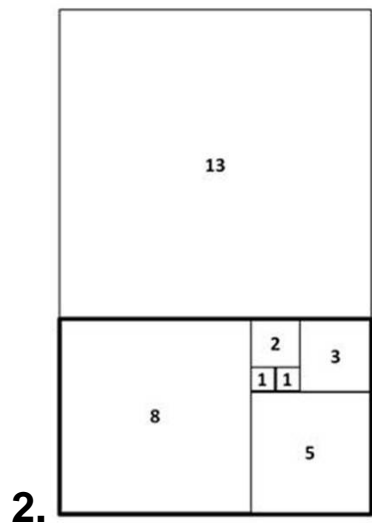


Gráfico 2:
 Base: $8+5 = 13$
 Altura: 8
 Fi: $B/A = 13/8 = 1,62$

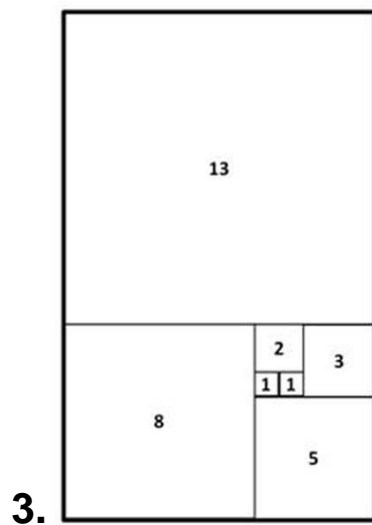
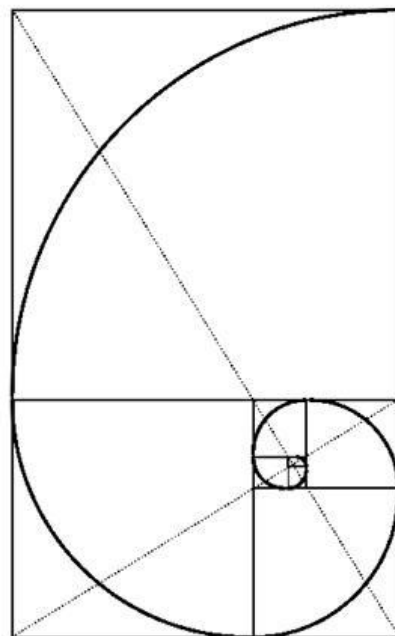


Gráfico 3:
 Base: $8+13 = 21$
 Altura: 13
 Fi: $B/A = 21/13 = 1,615$

En los resultados se puede comprobar que el área de todos los rectángulos áureos es más o menos Φ (alrededor de 1,618). Entre más grandes los números más se irán acercando al 1,618. Pero con estos cálculos se demuestra la relación que tiene la sucesión Fibonacci con el número de oro.

Por último, la espiral áurea sale también de la recopilación esquemática de los rectángulos áureos creados por la secuencia Fibonacci. Las propiedades de esta espiral son logarítmicas y su razón es Φ . Todos estos cálculos dispuestos de forma gráfica ayudan a la ubicación de las figuras áureas (si es que las poseen) de las obras de arte, sin importar si es arquitectura, escultura o pintura.

La divina proporción se encuentra no sólo en las obras de arte, sino también en el cuerpo humano y la naturaleza; es reconocido además como el número de la belleza. En teoría es una convivencia entre las artes y las ciencias; semejante a un punto que se tocará en el capítulo siguiente.



Espiral áurea

I.3: La geometría sagrada y las figuras áureas

La geometría tiene dos grandes tesoros: uno es el teorema de Pitágoras, y el otro la división de una línea en la proporción del medio y los extremos, es decir el número áureo. El primero puede compararse a una medida de oro, y el segundo a una piedra preciosa.

Johannes Kepler

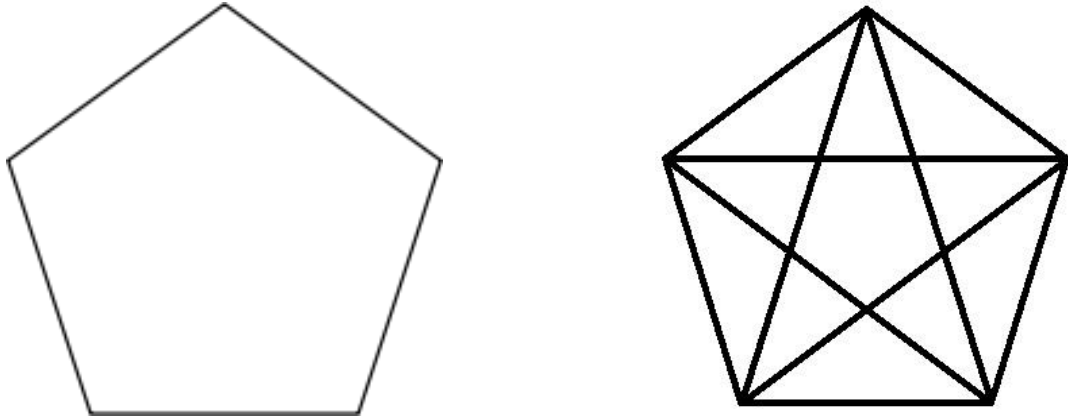
Algo característico de la proporción divina es que, así como lo divino, tiene un carácter infinito. Una vez que se crea una figura áurea, a partir de ésta existe la posibilidad de crear muchas más. Toda la teoría áurea se puede ver desde dos perspectivas muy importantes: la numérica y la visual.

Para la parte numérica se puede tomar al número ϕ -el número áureo- como ejemplo, que por su carácter irracional es infinito. Es un número trascendental porque no tiene resolución, éste seguirá de forma infinita a manera de decimales, dando lugar a más números áureos. Uno puede adaptar el análisis áureo a la magnitud del objeto al que se le va a aplicar.

En toda figura áurea se encuentra a ϕ y se puede llegar al número por diversos procedimientos dependiendo del método en particular que se elija. De igual forma se puede usar a la secuencia Fibonacci como otra herramienta para encontrar la proporción divina al identificar un patrón específico que coincida con ésta.

En el aspecto geométrico ocurre algo similar a lo que se mencionó anteriormente. Por ejemplo, al construir un rectángulo áureo existe la posibilidad de crear infinitos rectángulos de diferentes magnitudes. Esto se aplica a todo tipo de figuras áureas como pentágonos, triángulos, circunferencias y hasta segmentos. De igual forma se aplica a la espiral áurea que se puede construir dentro del rectángulo y triángulo áureo.

De entre todas las figuras que se pueden usar para analizar, se dice que el **pentágono** es el perfecto ejemplo de proporción áurea y también es uno de los más conocidos.

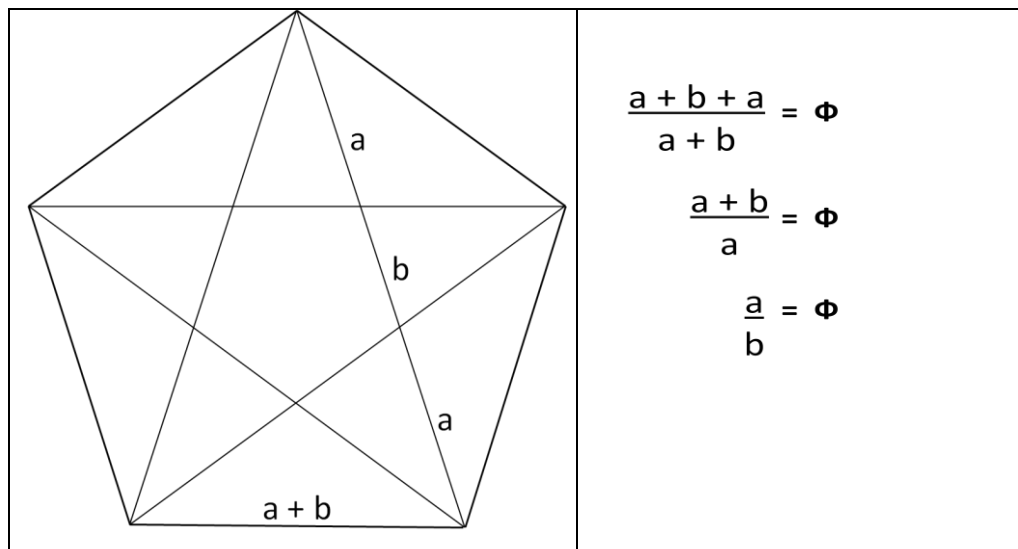
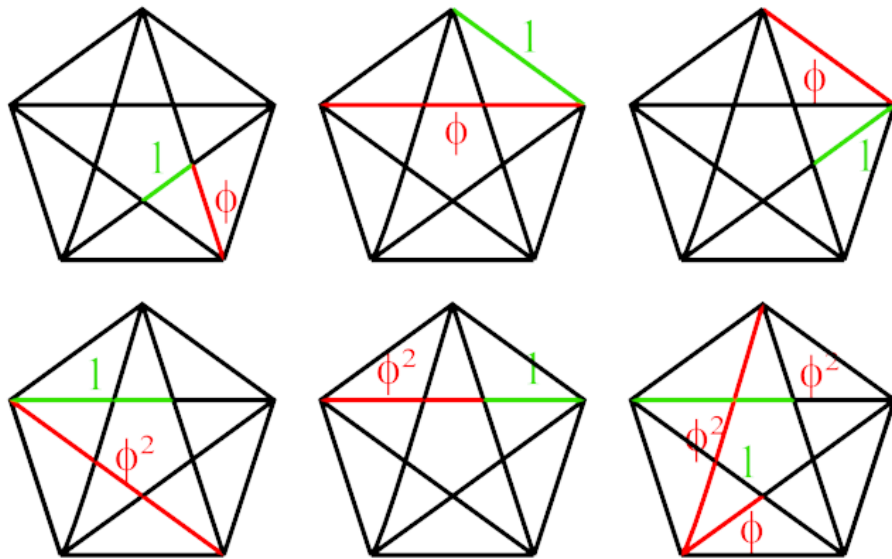


Según Alfred S. Posamentier e Ingmar Lehmann en su libro *The Glorious Golden Ratio*, un pentágono regular posee lados de igual magnitud. Si se conectan los vértices da a lugar a un pentagrama o estrella de cinco puntas. En la antigüedad, el pentagrama era el símbolo que más utilizaban los pitagóricos, éstos lo utilizaban para reconocerse entre ellos de forma secreta. Hipaso de Metaponto formaba parte de este exclusivo grupo y fue un matemático griego, teórico musical y filósofo presocrático. Se presume que fue él quien se dio cuenta que el radio de la diagonal de un pentágono regular con respecto a su lado no podía ser representado en números naturales. Rompió con el esquema pitagórico de que la geometría contenía sólo números racionales y así descubrió los números irracionales. Esto molestó a la mayoría de los pitagóricos que querían que todo se expresara en números enteros. Luego se descubriría que esta teoría se basó en el valor del número áureo.

El pentagrama se puede ubicar en la naturaleza, el arte y es considerado uno de los símbolos más importantes de la humanidad. Si se encuentra en casi cada parte de esta figura naturalmente.

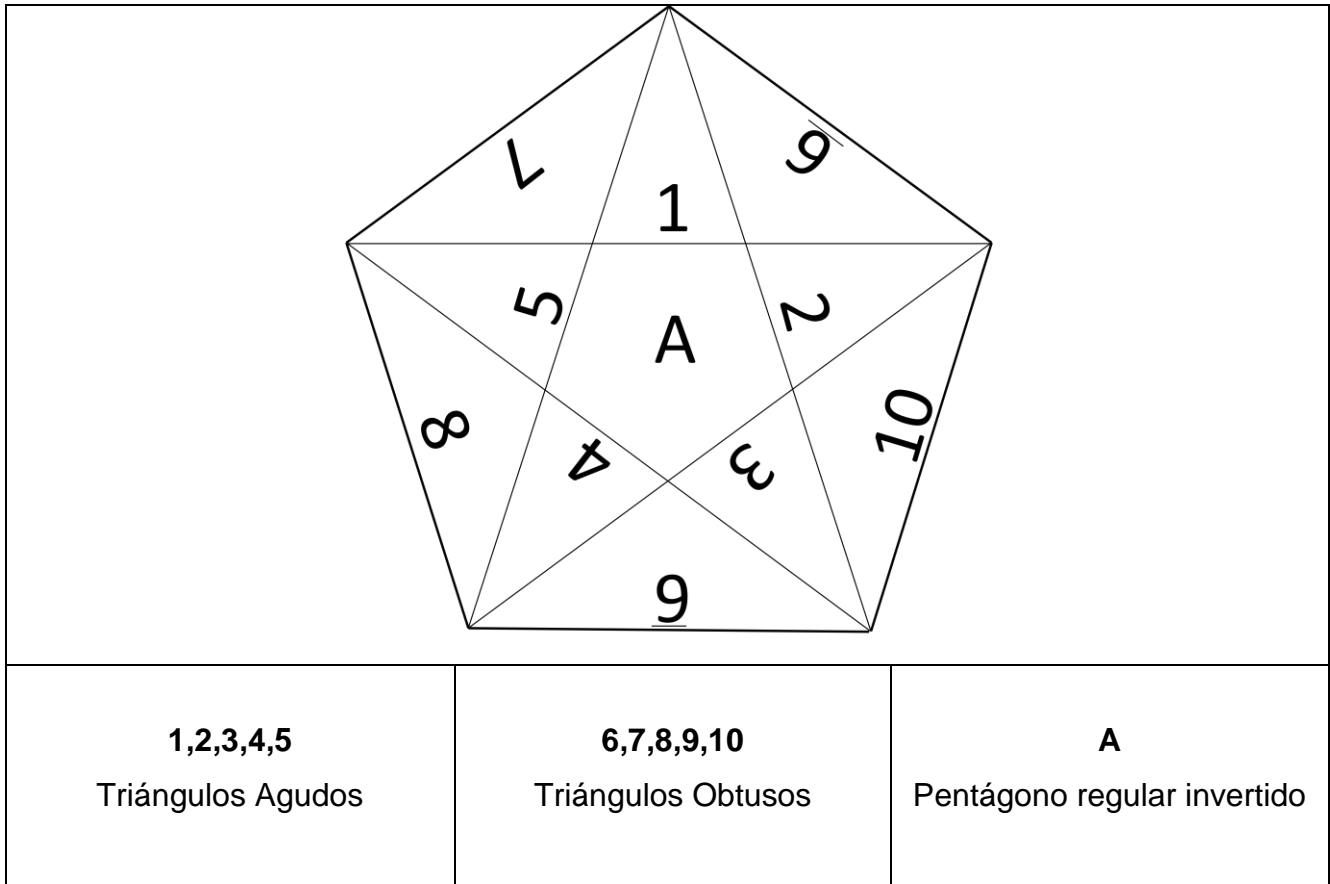
El lado y la diagonal están en sección áurea. Cualquier parte inmediatamente mayor o menor se encuentra en sección áurea. De igual forma, la división de el segmento mayor entre el menor, cuyos segmentos se encuentren en

intersección –sin contar al pentágono invertido del centro– se encuentran en sección áurea. El pentágono, y por ende también el pentagrama, es la figura áurea por excelencia y también es la más usada al momento de analizar rostros y proporciones humanas.



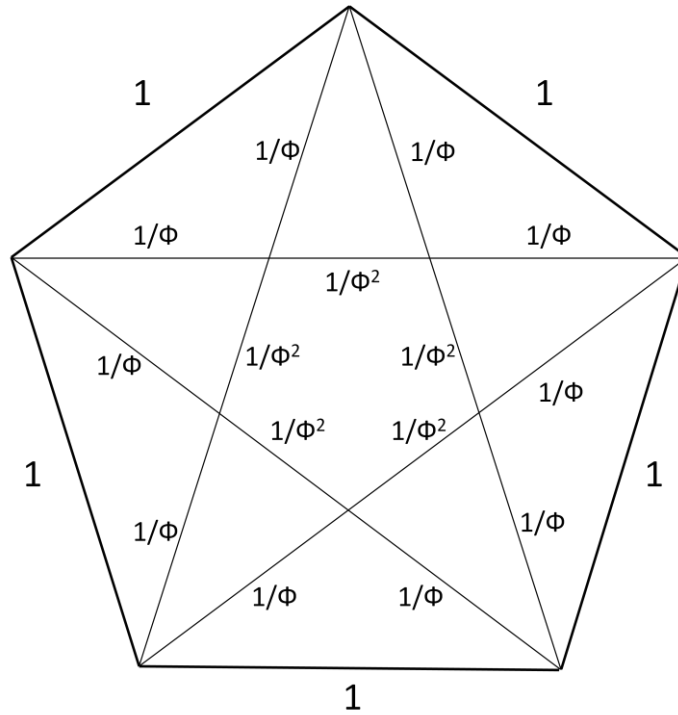
Es importante tener en cuenta que para que todas las relaciones y proporciones se den, el pentágono debe ser regular, es decir, que todos sus lados y ángulos sean iguales. Al conectar mediante un segmento los lados del pentagrama, éstos medirán ϕ . De igual forma se puede dividir a la misma figura

en diversos triángulos y otro pentágono que se encuentra boca abajo. El pentagrama queda dividido en 10 triángulos isósceles, 5 de los cuales son agudos y los otros 5 son obtusos.

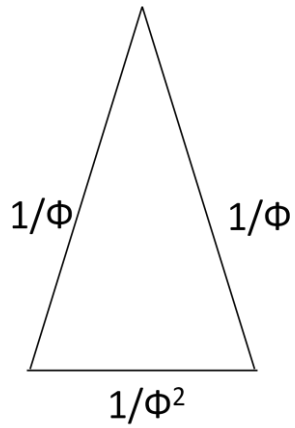


Suponiendo que la magnitud de cada lado del pentágono mayor es igual a 1, el pentágono invertido que sobra en la figura al separar los triángulos posee una magnitud de $1/\Phi^2$ en cada lado. Esto quiere decir que la base de los triángulos agudos también mide $1/\Phi^2$ y sus lados $1/\Phi$. Como los lados del pentágono mayor tienen un valor de 1, ésta será la magnitud de la base de los triángulos obtusos y sus lados, al igual que los de los triángulos agudos, serán $1/\Phi$. Estas figuras son **triángulos áureos**

Pentágono Regular:



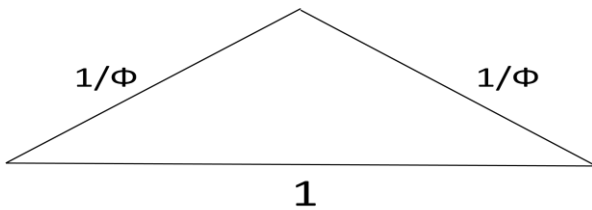
Triángulo Agudo



Segmento mayor entre el menor:

$$\frac{1/\phi}{1/\phi^2} = \phi$$

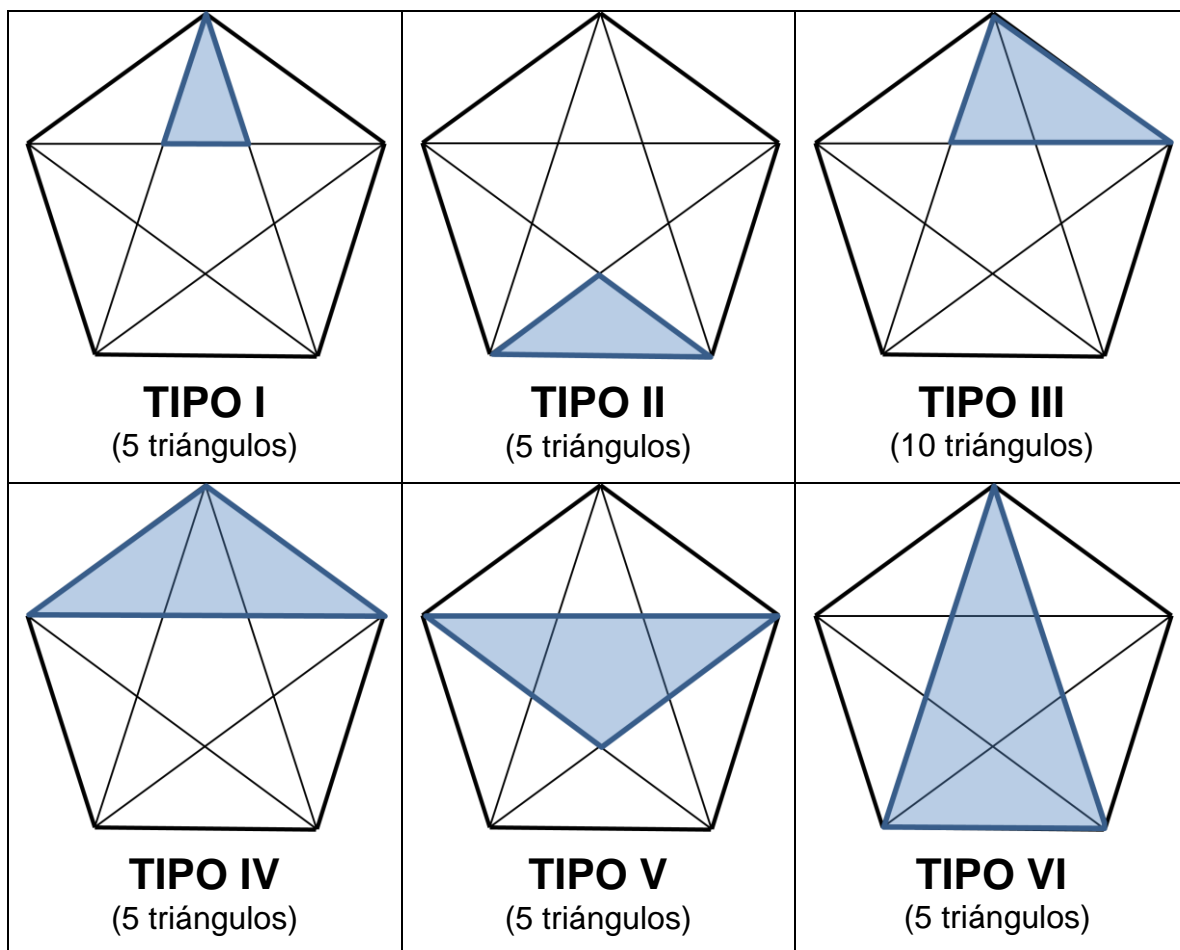
Triángulo Obtuso



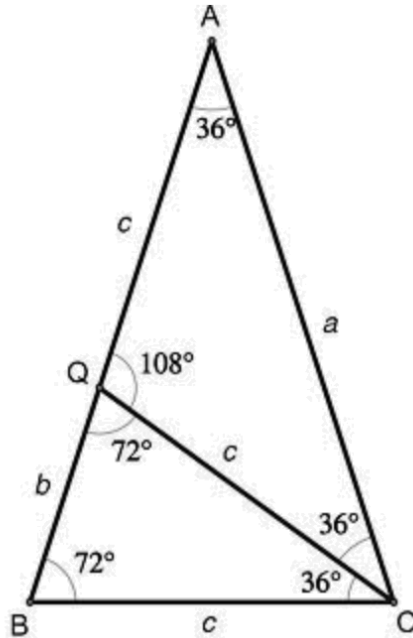
Segmento mayor entre el menor:

$$\frac{1}{1/\phi} = \phi$$

El pentágono regular contiene treinta y cinco triángulos en su interior. En la figura a continuación se puede observar las seis variaciones que éstos pueden tener. Los de *tipo IV y V* son congruentes; los de *tipo II y IV* son similares entre sí; y los de *tipo I, III y V* también son similares los unos con los otros. El *tipo VI* es el triángulo áureo por excelencia.



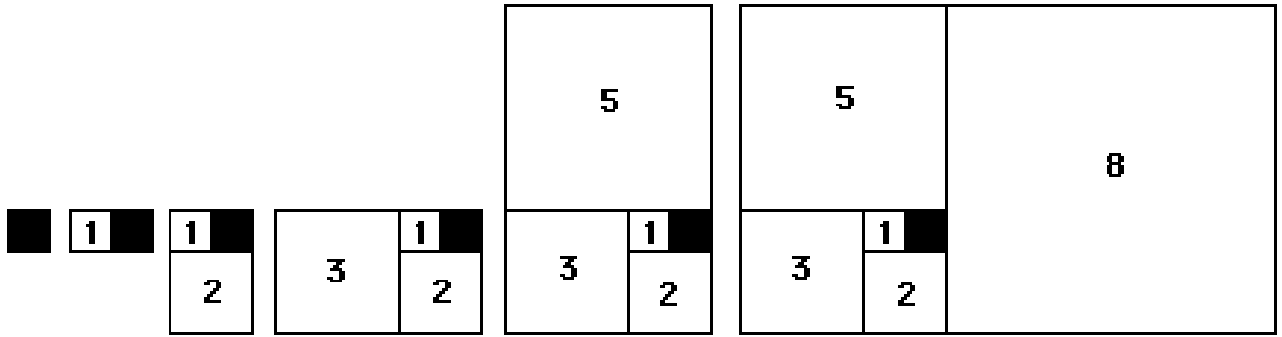
El **triángulo áureo** contiene a fi por todos sus lados. Otra característica permanente es que este triángulo es isósceles. A partir de uno, se pueden obtener infinitos triángulos áureos, esta es una constante que persiste en todas las figuras áureas. Los ángulos internos de este triángulo son de dos de 72° y uno de 36° .



Al momento de realizar el análisis artístico de pinturas, esculturas, arquitectura y hasta fotografías, la figura áurea más usada es el **rectángulo áureo**. De igual forma, e irónicamente, es más conocido que la figura áurea por excelencia, que es el pentágono. Se dice que el Partenón encaja perfectamente dentro de las proporciones del rectángulo áureo. De igual forma, si se detalla el medio ambiente en el cual nos desenvolvemos, se puede observar que la naturaleza y el mundo industrial están llenos de cubos y rectángulos. De igual forma, mediante el rectángulo áureo, tal como se estableció previamente en el capítulo, se puede observar la representación gráficamente la sucesión Fibonacci ya que están altamente relacionados. Se dice que de entre todos los rectángulos, el rectángulo áureo es el que es más agradable al ojo humano.

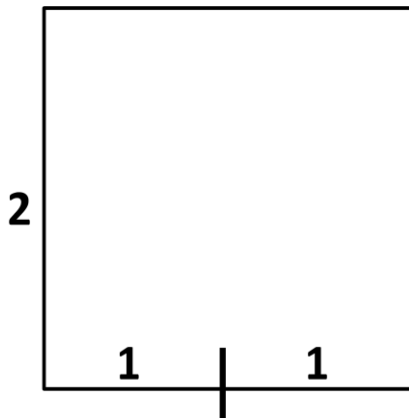
¿Cómo se construye un rectángulo áureo? Aprender cómo dibujarlo es una de las formas más prácticas para entender sus propiedades a la perfección.

La primera manera es a partir de la secuencia Fibonacci. Si se comienza con un cuadrado de lado 1 y se sigue este patrón, se podrán hacer un sinfín de rectángulos áureos a medida de que la secuencia va avanzando.

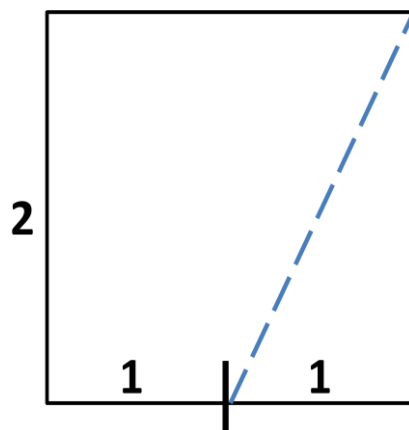


Otra manera es también partiendo de un cuadrado pero de una manera más gráfica.

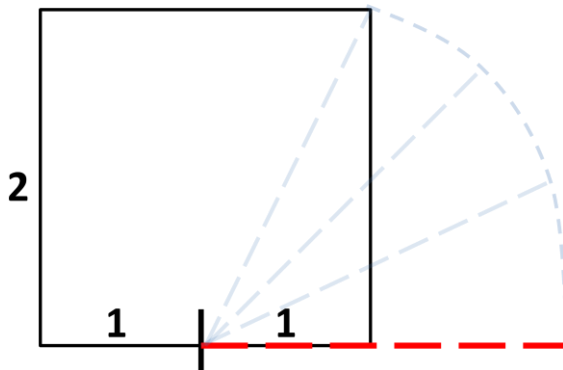
- 1) La mejor forma es comenzar con un cuadrado de lado 2. Como los cuadrados tienen lados de igual magnitud, si se divide en dos su base la mitad queda en 1 y la otra en 1 también.



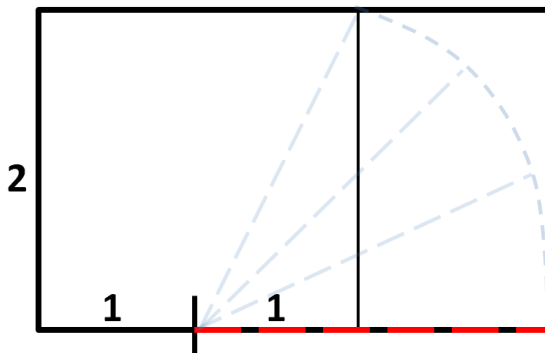
- 2) Luego se traza una diagonal desde la mitad de la base hasta el extremo superior.



3) Luego se baja esa línea.

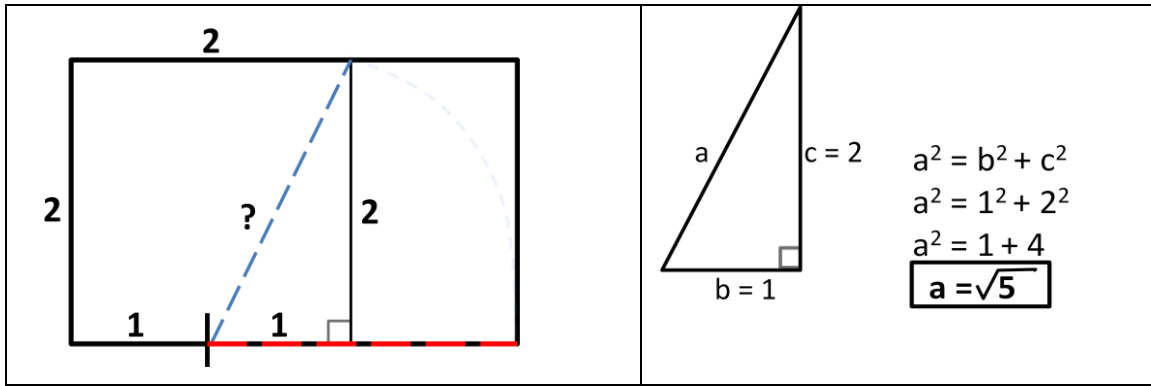


4) Ya con estos tres pasos sólo queda completar el rectángulo y se habrá formado el **rectángulo áureo**.



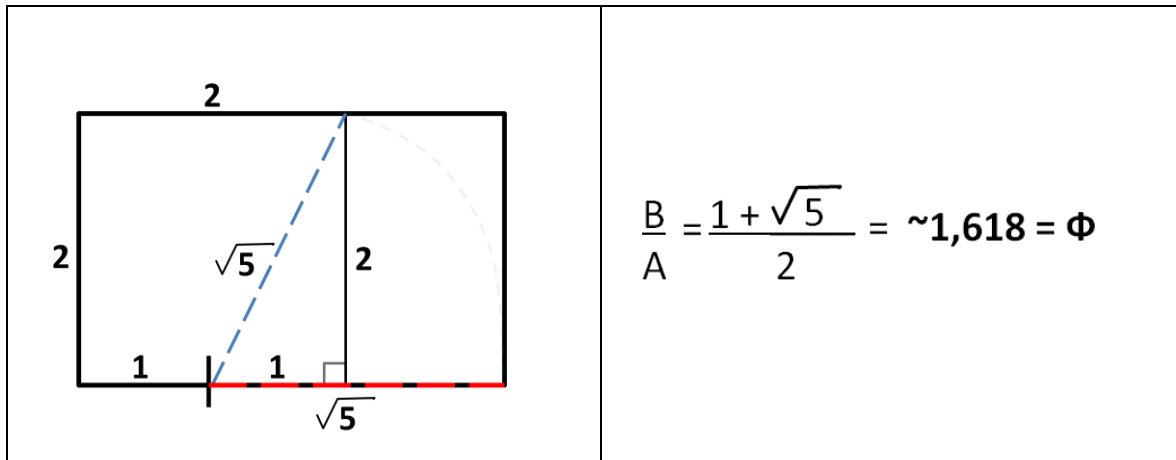
Pero, ¿por qué es éste un rectángulo áureo? Ya anteriormente se explicó que la proporción de sus segmentos es la proporción áurea. Pero esta vez, se va a demostrar matemáticamente. Para eso se encontrará su proporción entre largo y ancho.

1) Se completaron los valores que se saben del rectángulo y se tomó conciencia del triángulo que se forma con la diagonal. Como tiene un ángulo de 90° , esto quiere decir que se puede aplicar el Teorema de Pitágoras para encontrar el valor de la diagonal ($a^2 = b^2 + c^2$)



Si se resuelve el teorema, se verá que la hipotenusa es igual a raíz cuadrada de cinco.

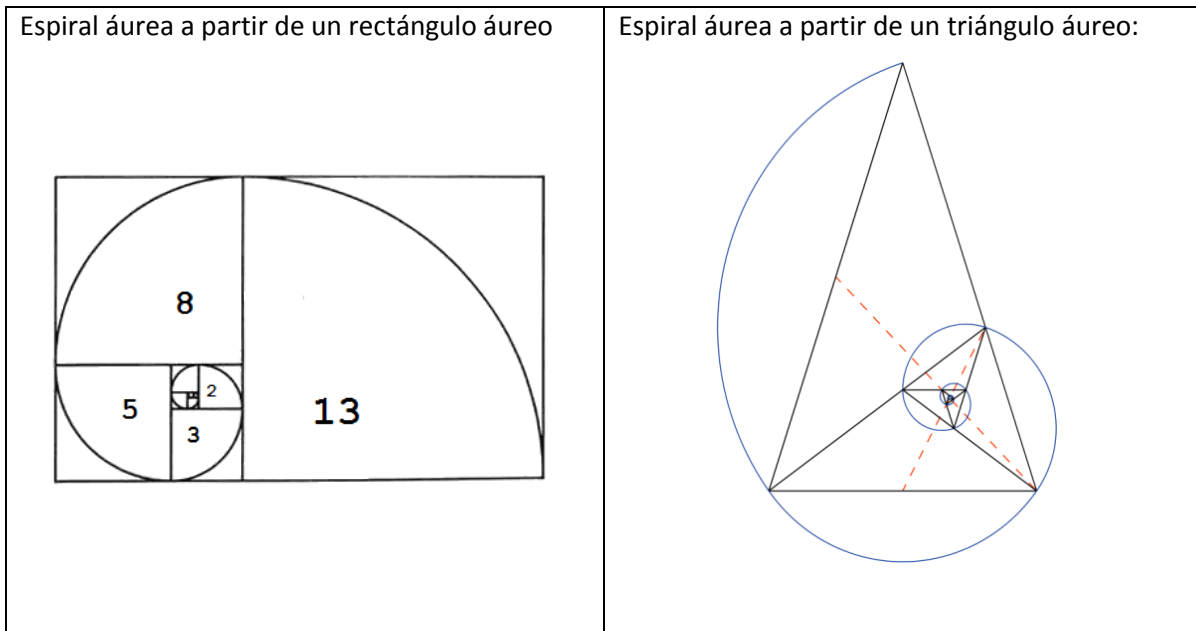
- 2) Ya teniendo esos valores se procede a calcular la proporción de la base con la altura, ésta sería **base/altura**. Su resultado es más o menos 1,618 que es el **número áureo**.



A partir de un rectángulo áureo se pueden obtener un sinfín de rectángulos con la misma proporción. Cuando se trazan varios rectángulos a partir de uno, se puede notar un patrón específico (los números Fibonacci) y además la alternativa de trazar una **espiral áurea**.

La espiral es una de las figuras que se encuentran más repetidas en la naturaleza. La poseen los caracoles, la piel de varios animales, la forma en que

los pétalos de una flor crecen, las telarañas, el patrón en que fluyen las corrientes, etc. La espiral también es infinita por lo que tiene su carácter divino según el punto de vista que Pacioli le dio a ciertas figuras y la proporción áurea. Esta figura tiende a estar siempre acompañado del rectángulo áureo o triángulo áureo.



I.4: Algunos usos de la proporción áurea en el SXXI

La proporción áurea se ha aplicado desde la antigüedad, muchas veces de manera consciente y otras por mera casualidad. De por sí, el número áureo no se encuentra solamente en obras creadas por el ser humano sino también en la naturaleza, desde algo tan simple como la espiral de un caracol de mar, hasta en los patrones más sublimes de las galaxias que rodean a nuestro planeta Tierra. Científicos y artistas se han valido de esta fórmula de la belleza para dar vida a maravillosos productos de los cuales no todos están tal tanto.

Actualmente la sociedad se encuentra altamente influenciada por la tecnología. La publicidad, y todo lo que conlleva, ha llamado la atención de las personas desde los tiempos más antiguos –la propaganda política es un gran ejemplo de esto– y en la modernidad es considerada parte esencial de nuestra

comunicación. Casi todas las profesiones se valen de ésta para promocionar sus servicios y productos. No es secreto para muchos que la clave para vender una idea está en como se presente, su estética. No nos debería extrañar que para que varios productos sean agradables al ojo deban ser vistosos y hermosos o al menos proporcionados de forma tal que al ojo le sean agradables. Muchas veces incluso no se sabe por qué un diseño llama tanto la atención o se sienta tan equilibradas sus proporciones, en muchos de los casos más conocidos la razón es que la sección áurea está presente.

Los logos de las compañías son de suma importancia para su éxito e impacto en el público, éstos deben ser agradables para los consumidores y también bastante únicos. Por esta razón, muchas empresas han acudido al diseño de su marca basados en la proporción divina y la serie Fibonacci.

Está comprobado que la Pepsi (creada en 1893), una de las empresas más conocidas y exitosas en todo el mundo, usó la proporción divina en su logo más actual para atraer mayor clientela. En el 2009, el grupo *Arnell* – los responsables del nuevo diseño– admitió y explicó detalladamente su estrategia de mercadeo, a la cual llamó *Breathtaking*, y por la que la Pepsi le pagó más de un millón de dólares. Incluso se sospecha que las botellas de dos litros de la pepsi también poseen segmentos áureos. Todo esto está detallado en *BREATHTAKING: Design Strategy*, manual oficial que lanzó la compañía de mercadeo en el año 2008 y que se encuentra disponible en la página oficial de la Pepsi.

 1898	 1945	 1962	 1965
 1991	 1996	 2006	 2008 (Logo actual)

Ilustraciones 5, 6, 7, 8, 9, 10,11 y 12

En el documento que el grupo *Amell* hizo público estableció que: “*Artists and architects have proportioned their work to approximate the Golden Ratio, especially in the form of the Golden Rectangle, in which the ratio of the longer side of the shorter is the Golden Ratio.*”¹⁰ Luego procedieron a explicar como en base a esta premisa terminaron obteniendo el diseño circular de la Pepsi. Ellos usaron como inspiración el proceso de construcción del rectángulo áureo a partir de un cuadrado, pero sustituyeron el cuadrado con un círculo. De igual forma utilizaron como inspiración la espiral que se forma dentro del rectángulo áureo, como resultado obtuvieron círculos áureos que se convirtieron en el armazón principal del cuerpo del logo.

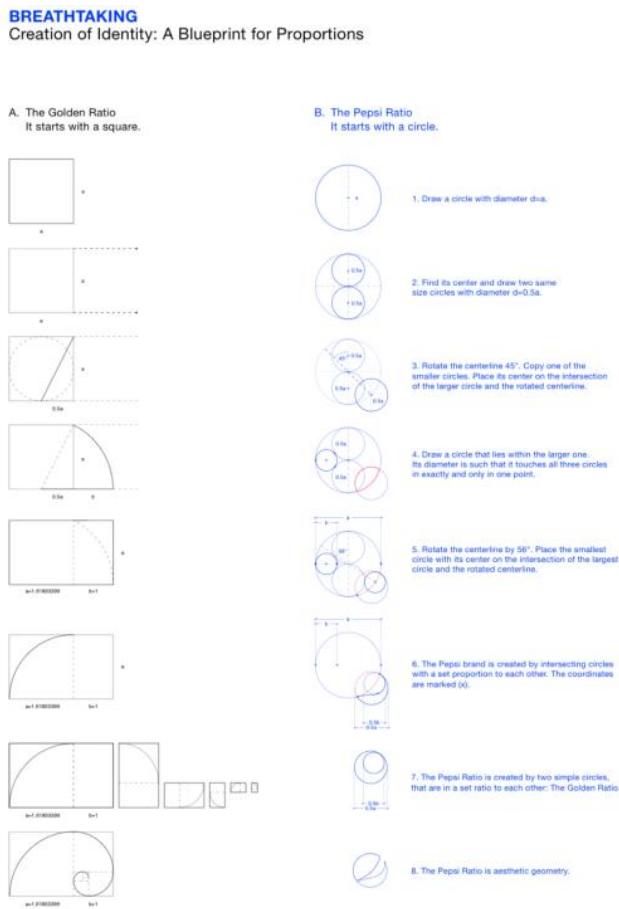


Ilustración 13

(Ver Anexos para mayor resolución)

¹⁰ Traducción: Artistas y arquitectos han proporcionado su trabajo para que se aproxime a la Sección Áurea, especialmente usando el Rectángulo Áureo, en el cual la división del lado más largo entre el menor da como resultado la Sección áurea”

La imagen explica el proceso creativo y especifica las proporciones del logo de la Pepsi en relación con el rectángulo áureo y como éste logra tener proporciones áureas.

- 1- Dibuje un círculo con un diámetro $d=a$
- 2- Encuentre su centro y dibuje dos círculos con un diámetro $d=0.5a$.
- 3- Rote la línea central 45° . Copie uno de los círculos más pequeños. Coloque su centro en la intersección del círculo de mayor tamaño y la línea central que ha sido rotada.
- 4- Dibuje un círculo que se encuentre dentro del de mayor tamaño. Su diámetro debe ser tal que éste toque a los tres círculos en sólo un punto.
- 5- Rote la línea central 56° . Coloque el círculo más pequeño en su centro en la intersección del círculo más grande y la línea central que ha sido rotada.
- 6- La marca Pepsi es creada por la intersección de círculos con una proporción específica de los unos con los otros. La coordenadas están marcadas con una (x)
- 7- El radio de la Pepsi es creado por dos círculos simples, que están puestos en proporción uno con el otro. La Proporción Áurea
- 8- La proporción de la Pepsi es geometría estética.

The Pepsi Ratio is created by two simple circles that are in a set ratio to each other: The Golden Ratio.¹¹

Otro logo que es mundialmente conocido y que también parece usar la proporción áurea en su diseño es el de la compañía Apple (creada en 1976 por Steve Jobs, Ronald Wayne y Stephen Wozniak). Al igual que el de Pepsi, en un principio el logo era diferente no contenía dicha proporción y éste fue

¹¹ Traducción: El radio de la Pepsi es creado por dos círculos simples que están puestos en proporción específica el uno con el otro: La Proporción Áurea
ARNELL GROUP, *BREATH TAKING: Design Strategy*, 2008. Página 19

evolucionando hasta su diseño actual que varios matemáticos y amantes del tema afirman que la posee.

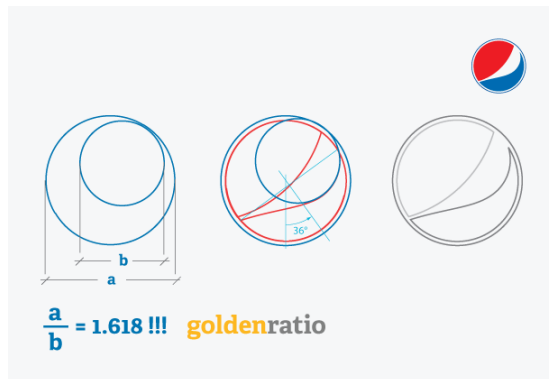


Ilustración 14

Según el manual de *Arnell*, el estudio más conocido del logo involucra un armazón de varios círculos con las proporciones que coinciden con las de la serie Fibonacci. A pesar de que su diseñador, Rob Janoff, no ha confirmado ni negado estas conjeturas, sin duda el logo de Apple es uno de los más armoniosos y agradables al ojo humano. De igual forma se dice que en las proporciones de los productos Apple, como los ipods, cuentan con esta proporción.

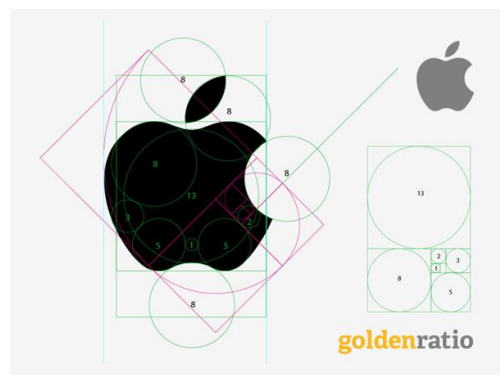


Ilustración 15

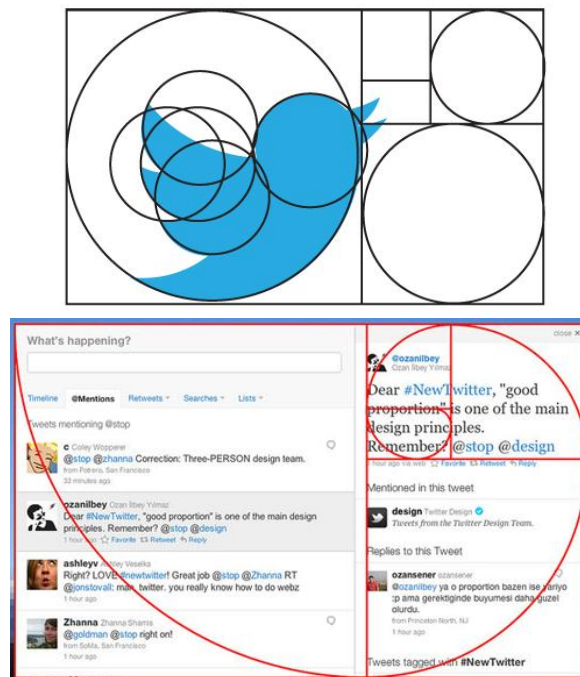
Según la página web más consultada de Fi^{12} , otros logos del mercado internacional que poseen la proporción áurea son el de la Toyota, Niisan y Atari.

¹² <http://www.goldennumber.net/> Consultada en octubre del 2014.

En el mundo de la computación Fi ha sido un número mágico y que se usa bastante en la actualidad si se quiere tener un resultado equilibrado y elegante. Las redes sociales y páginas web entran dentro de esta categoría. En las carreras de ingeniería, diseño y computación en los últimos años han incentivado la iniciativa de usar la proporción áurea en sus diseños para lograr la armonía que siempre se busca.

Page disproportion, lack of beauty? (...). This ratio is an irrational number, whichever is the first three digits of the approximation is 1.618. Meet how the aesthetics of this style, gives a feeling of harmony. Golden Section in all walks of life at home and abroad are widely used in web pages as well.¹³

Una de las más populares, junto con su logo, en cumplir con estas recomendaciones es la página Twitter, en la cual su diseñador también lo admitió.



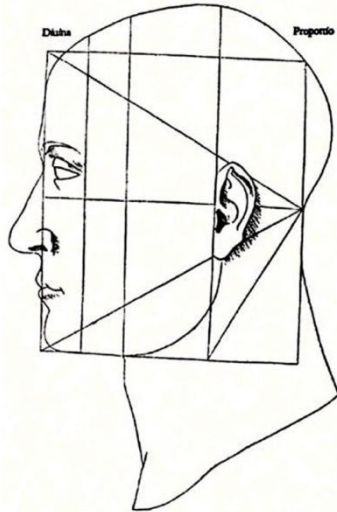
Ilustraciones 16 y 17

¹³ Traducción: ¿Página en desproporción y con falta de belleza? (...) Esta proporción es un número irracional, y sus primeros tres dígitos son aproximadamente 1,618. Observen cómo la estética de este estilo brinda armonía. La sección áurea está en muchos sitios dentro y fuera de casa y se usa mundialmente en las páginas web también”

JIN, David y LIN, Sally. *Advances in Computer Science and Information Engineering*. New York. Springer Science & Business Media. 2012. Página 614.

Literal use of the golden ratio appeared more recently when Twitter's designer tweeted a link to the image shown [above] revealing that the celebrated redesign was influenced by the golden ratio.¹⁴

Manteniendo el tema de la computación, en subcapítulos anteriores se mencionó que el pentágono áureo era la figura por excelencia también al momento de analizar rostros humanos. Las artes digitales se han beneficiado de ello.



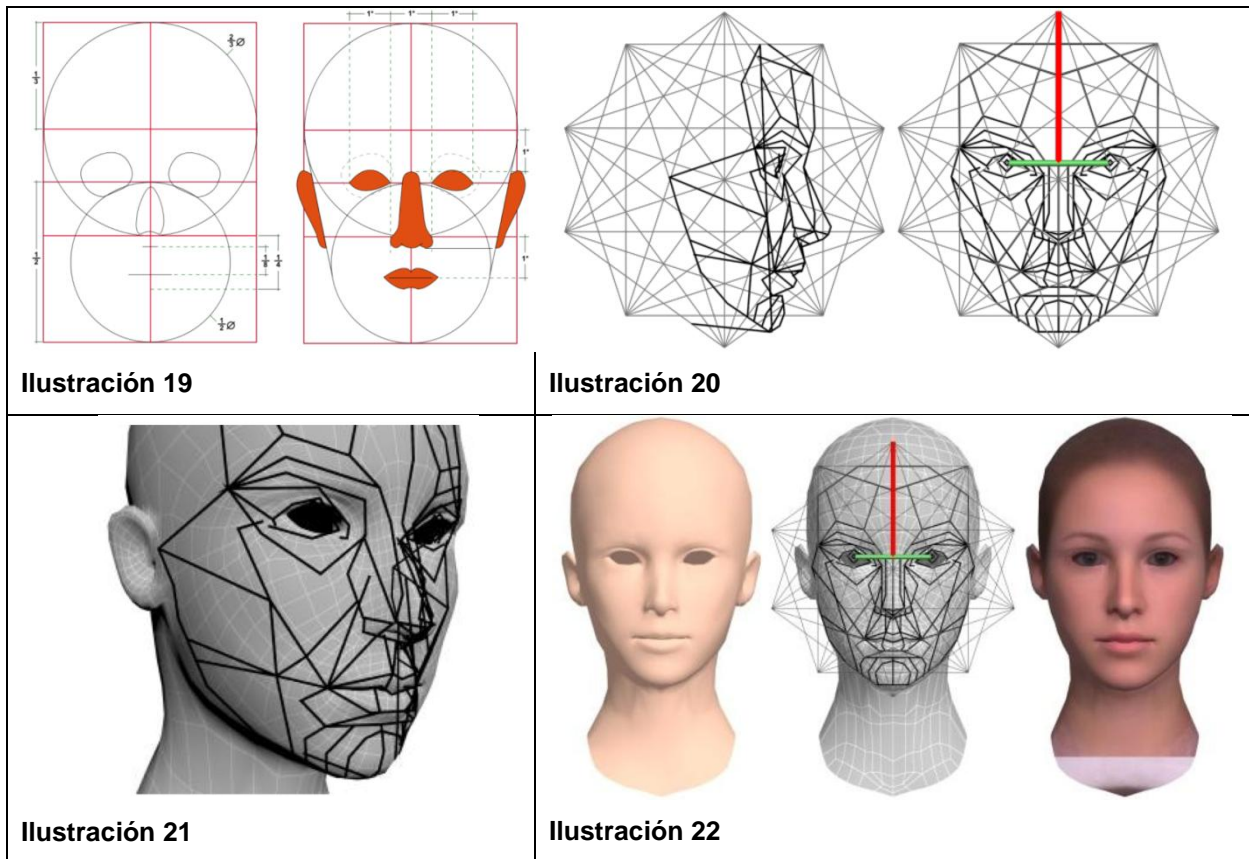
Leonardo Da Vinci
Grabado áureo para la Divina Proportione
1509
Ilustración 18

Según el libro *3D Animation Essentials* de Andy Beane, figuras geométricas áureas se están usando en el proceso de animación 3D para los rostros y cuerpos humanos. Estas formas ayudan porque trazan un armazón exacto de dónde deberían estar localizadas las partes y sus proporciones para que así se vea armonioso y hermoso. La estética es vital en la animación ya que la visión es el sentido que más se estimula cuando se aprecia. Diversas universidades, como la Universidad de Aberdeen, han optado por hacer estudios de los rostros humanos y en base a dicha proporción mezclarlos en software avanzados y tener guías de cuál sería la proporción ideal.

¹⁴ Traducción: El uso literal de la sección áurea se presentó recientemente cuando el diseñador de Twitter, envió un tweet con un link de una imagen (que se muestra arriba) revelando que el renombrado diseño nuevo había estado influenciado por la proporción divina.

La espiral de Fibonacci ayuda bastante en este caso porque se extiende a lo largo del rectángulo o triángulo y es ideal para proporcionar los rostros en perfil. Este proceso mezcla animación 2D y 3D ya que se crea una máscara con las debidas medidas en 2D y mediante las figuras áureas se comienza a llevar a la tercera dimensión, terminan apareciendo fractales a momentos.

A continuación se muestra un ejemplo de los pasos para diseñar un rostro en 3D a base de proporciones áureas:



También se usan figuras áureas para ayudar a localizar personajes u objetos dentro de un espacio determinado dentro del fotograma o momento específico de la animación.

As a 3D artist, the value of the golden ratio is that you can use it to create a balanced placement onscreen of you main subject. To do this,

*you use a related rectangular shape called golden rectangle. (...) People find this placement more pleasing than centering the subject.*¹⁵

Estas características no sólo se pueden aplicar a la animación 3D sino también a la 2D, dirección de cine, fotografía, pintura e incluso con la escultura al momento de hacer un montaje. Éste es un recurso al que varios artistas hoy en día acuden para mejorar su trabajo.

Existen varios artistas que admiten usar la proporción áurea en sus obras o que logran ubicarla luego de haberla creado. Es sorprendente cómo pueden ubicarse proporciones y números de la secuencia Fibonacci en partituras de los más reconocidos músicos. Existe un sinnúmero de conocedores y practicantes de las artes que se han relacionado con ella desde tiempos de la antigüedad, más de nuestros tiempos modernos Le Corbusier, Piet Mondrian y Salvador Dalí llevan especial atención en este asunto.

Le Corbusier ha sido considerado el arquitecto con más interés en la divina proporción. Éste se dedicó a teorizarla y desarrollarla en sus libros y documentos para luego llevarla a la práctica en sus obras. Para ser más específicos, el arquitecto utilizó a la sección áurea en *Le Modulor*. Siendo arquitecto es natural que se empapara del legado del padre de la arquitectura, Vitruvio y su colega Da Vinci para inspirarlo en su obra y alimentara su sed de investigaciones en lo que a proporciones se refiere.

El sistema modular para la escala arquitectónica de proporciones está basado justamente en proporciones áureas y el *Hombre de Vitruvio* de Da Vinci (el cual también las contiene). Muchos arquitectos han recurrido a las proporciones del cuerpo humano para mejorar la estabilidad y equilibrio de sus edificios. Vitruvio y los números Fibonacci fueron de gran ayuda para Le

¹⁵ Traducción: Como un artista 3D, el valor de la sección áurea es de que la uses de forma que puedas crear balance al momento de poner a tu objeto principal en la pantalla. Para hacer esto se usa una figura que está relacionada con la proporción, el rectángulo áureo (...) Las personas encuentran esta proporción más armoniosa y mayor gusto que sólo colocar el objeto en el centro.

Capítulo II: El arte cinético y Alexander Calder

II.1: El arte cinético

*Así como se pueden componer colores o formas,
también se pueden componer movimientos.*
Alexander Calder

El arte cinético es una corriente cuya esencia parte del *movimiento real* que posee una obra y que se obtiene a través de medios naturales o mecánicos. El movimiento en el arte es algo a lo que se aspiraba desde los tiempos antiguos, pero con las vanguardias del siglo XX cuando alcanza ese anhelado propósito en todo sentido. Anteriormente artistas como Monet y Manet realizaron exploraciones técnicas con la ilusión de lograrlo en sus pinturas. En general, todos los impresionistas tenían cierto gusto y pasión por ello desde esa época. Más adelante se puede observar este elemento cinético en las marionetas, máquinas hidráulicas y autómatas. En el siglo XX, se convierte en un tema constante entre los futuristas, dadaístas y constructivistas y la forma, la línea y el color se integran para generar movimiento. A pesar de que el uso del término “*cinético*” se les atribuye a los hermanos Pevsner en el año 1920, el precursor, por excelencia, de este tipo de arte es Marcel Duchamp con obras que datan de 1910 y que serán la inspiración para futuros artistas cinéticos. Dos de sus esculturas que se pueden destacar son *Rueda de Bicicleta* (1913) y *Rotativa Placa de Vidrio* (1923), las cuales no poseían un movimiento ilusorio o sugerido, sino real.



Marcel Duchamp
Rueda de bicicleta,
1913
Ilustración 24



Marcel Duchamp
Rotativa Placa de Vidrio, 1920
Ilustración 25

El término *cinético* en el campo del arte es relativamente nuevo, comenzó a utilizarse formalmente alrededor del año 1920 y se puede ver empleado, por primera vez, en el *Manifiesto Realista* de los hermanos Naum Gabo (Naum Neemia Pevsner) y Antoine Pevsner, en el cual plantean las principales ideas del constructivismo formalista y lo defienden frente al de carácter productivo. El constructivismo se expone más allá de un movimiento artístico, lo presentan como una ideología.

*Renunciamos al desencanto artístico enraizado desde hace siglos, según el cual los ritmos estáticos son los únicos elementos de las artes plásticas. Afirmamos que en estas artes está el nuevo elemento de los ritmos cinéticos en cuanto formas basilares de nuestra percepción del tiempo real.*¹⁷

Naum Gabo, escultor de origen ruso que llegó a sus conocimientos y premisas artísticas mediante experiencias de ingeniería y ciencias físicas, también es considerado uno de los pioneros de la escultura cinética. Sus primeros intentos de escultura abstracta, usando materiales semi-transparentes e incorporando el espacio como parte de la obra, se acercaban a lo que hoy en día se observa en las esculturas cinéticas.

¹⁷ GABO Naum y PEVSNER Antoine. *Manifiesto Realista*. Moscú, 1920.



Naum Gabo
Construcción Cinética (Ola en Pie), 1920
Ilustración 26

La escultura de Gabo, *Construcción Cinética*, consistía en una vara de metal de forma elipsoidal, con un motor que la hacía vibrar. Con esta acción se creaba un movimiento bastante sutil en forma de onda, que daba la ilusión de más corporeidad. *“El estilo de Gabo resulta, por un lado, sumamente decorativo, lleno de sutileza y levedad, formas espaciales y belleza estética de gran fantasía y por otro, estructural y dinámico, con bases en su primera formación en ingeniería.”*¹⁸

El movimiento en la obra de Gabo es lo que delimita el espacio de su escultura y esta característica fue una de las premisas principales en las que se basó su trabajo artístico. Otra cosa que enunciaron los hermanos Pevsner fue la importancia de eliminar la masa dentro de la escultura para que ésta tuviera libertad. La crítica estaba dirigida directamente a los escultores y enunciaban lo negativo de tener una masa estática. Invitaban a que se utilizaran nuevos materiales y a que se sustituyera la masa por el movimiento.

En los años siguientes se usó el término de forma diferente, pues se utilizaba junto con el de *dinamismo* para denotar más o menos las mismas

¹⁸ PRECKLER, Ana María. *Historia del arte universal de los siglos XIX y XX, Volumen 2*. Editorial Complutense. Madrid. 2003. Página 607

características. Hubo estudios importantes referentes a la luz, al color y al espacio por parte del fotógrafo húngaro László Moholy-Nagy, a quien le llamó gran atención el constructivismo. En 1921 se une a la Escuela de la Bauhaus, donde aprende a manipular el metal. Gracias a su investigación pudo crear un montaje, *Máquina de Luz o Modulador de Luz y Espacios* (1922-1930), que combinaba diferentes tipos de luz, música, texturas y movimiento.



László Moholy-Nagy
Modulador de Luz y Espacios, 1922-
1930
Ilustración 27

Esta obra fue descrita como una máquina cinética. Lo más importante del montaje era la introducción de la luz como uno de sus elementos principales y también el incluir en su ensamble al espacio que lo rodeaba, el cual, en este caso, era un ambiente cerrado. La escultura estaba construida con materiales maleables y transparentes, como plásticos y metales, por tanto capaces de reflejar la luz.

Además del sentido de la vista, en este montaje se estimulaba el sentido de la audición. Junto con la escultura que se encontraba en el centro del espacio, Moholy-Nagy proyectó una película sobre su estructura, la cual quedó reflejada de diferentes formas en los espacios que la rodeaban. Este experimento artístico dio como resultado una interesante combinación de juegos de luces, sombras, movimientos y sonidos. Era una obra multimedia, lo que reflejaba, entre otros aspectos de interés, su pasión por el cine.

Otro aspecto que sugiere el término *arte cinético*, además del movimiento, es que la mayoría de las obras realizadas con esa intencionalidad domina el

carácter de la tridimensionalidad. Este tipo de arte va más allá de la mera experiencia visual, en tanto que existe una interacción entre la obra y el que la observa. El uso diverso del color, la textura y las formas hace que cada una de estas piezas sea completamente única. A diferencia de la pintura y escultura tradicional, la obra cinética tiende a depender de su entorno, convirtiéndolo en un elemento esencial para su apreciación.

El arte cinético se convirtió rápidamente en una vanguardia. En 1955, Denise René organizó la exhibición *Le Mouvement* en París. El foco principal de este evento fue la presentación de obras con movimiento o que lo sugerían, en la cual consiguió gran reconocimiento a nivel internacional. En esta época, abundan las innovaciones pues los artistas parecían fascinados ante este universo de nuevas posibilidades y experiencias estéticas que involucraban mecánica, color, interacción, movimiento e ilusiones ópticas.

Llegó el momento en el que se tuvo que clarificar una situación, el movimiento podía ser real o sugerido, pero habían artistas que jugaban más con la ilusión. De esta manera nació el Op Art, movimiento cuyo enfoque principal está asociado con la ilusión del movimiento y no uno real. La esencia del Op Art era la imaginación. El arte cinético en cambio, sí podía contener movimientos sugeridos, es verdad, pero en su gran mayoría éste era real y su meta no era la psiquis humana sino la experiencia en base a la interacción espectador-obra. Con el arte cinético se le dio de nuevo la bienvenida a la tecnología, que en el pasado se condenaba. Aunque la inspiración de los artistas fue en base al dadaísmo o el constructivismo, se le da valor a la máquina.

Max Bill fue conocido como uno de los mejores ejemplos de artistas cinéticos. En 1930 se dedicó a producir obras en base a la premisa de que el arte cinético podía lograrse desde una perspectiva meramente matemática. Aplica el cálculo y la geometría para hacer su obra. Sus esculturas estaban fríamente calculadas sin dar oportunidad al azar.

Aleksander Rodchenko, Vladimir Tatlin y Alexander Calder son considerados los mayores emprendedores y artistas innovadores con respecto a la escultura cinética. Los tres realizaron varios experimentos y mejoraron sus invenciones con la parte tecnológica. Con el tiempo cada uno alcanzó su estilo particular. Poco a poco comenzaron a involucrarse con otros artistas como lo fue Victor Vasarely que incluía movimiento virtual en sus obras. En los años 1960 y 1990, varios artistas de diversas partes del mundo siguieron explorando el campo del movimiento. Algunos de ellos fueron Otto Peine, Jean Tinguely, Helio Oiticica, Alejandro Otero, Alexander Calder y David Medalla.

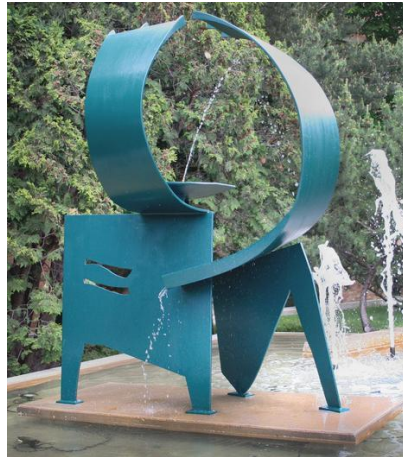
Tipos de Escultura Cinética.

De acuerdo a cómo se presente el movimiento en las obras, se tienen tres tipos de escultura cinética: los estables, los móviles y los penetrables.

Los estables son aquellas esculturas abstractas cuyos elementos se encuentran fijos. Por lo general sus formas no son demasiado complejas y el material más común es lámina de metal. Las líneas curvas y el color forman parte crucial de la obra pues es lo que les brinda el movimiento visual. La mejor forma de apreciar el movimiento de estas esculturas es rodeándolas. Las representaciones más famosas de este tipo de escultura son de proporciones gigantescas, hechas por Alexander Calder o Robert Murray. Se le atribuye su invención a Alexander Calder y el nombre a Jean Arp en 1931.

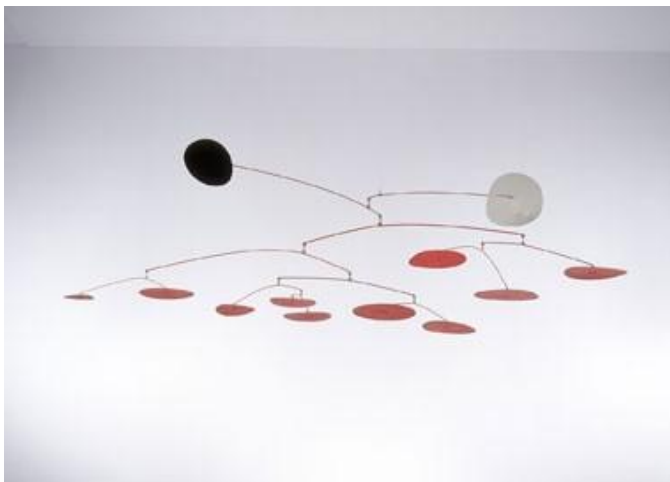


Alexander Calder
Flamingo 1974
Ilustración 28



Robert Murray
Rainmaker 1960
Ilustración 29

Los móviles son aquellas esculturas cinéticas que se encuentran en constante movimiento, por lo que su forma cambia de acuerdo a los factores que las modifiquen. También se pueden apreciar desde varias perspectivas. Estas obras pueden poseer estructuras más complejas y diferentes formas. Su fuente de movimiento puede ser el viento o algún ente mecánico como un motor. Alexander Calder es considerado el creador del móvil. Sus primeros intentos eran operados por motores pero con el tiempo realizó en mayor medida los que se movían con el viento. Su forma predilecta eran circunferencias coloreadas de diferentes maneras. La invención del nombre se le atribuye a Marcel Duchamp, idea que le vino al ver una de las obras de Calder.



Alexander Calder
Black, White, and Ten Red, 1957
Ilustración 30

La última clasificación de las esculturas cinéticas son *los penetrables*. Por lo general estas obras son de gran tamaño, ya que como su nombre lo indica, invitan al espectador a que interactúe con ellas, con la posibilidad de recorrerlas. Estas obras también pueden percibirse desde varios puntos de vista. Se le atribuye esta innovación al escultor venezolano Jesús Soto cuando se encontraba residiendo en Francia. La característica principal de sus obras era la invitación a interactuar con ellas y formar parte de su movimiento. Como las obras poseen diversas partes y están dispuestas de manera estratégica para generar la ilusión de más corporeidad, parte de la masa de la escultura parece ser virtual.



Jesús Soto
Esfera Caracas, 1993
Ilustración 31

II.2: Alexander Calder (1898-1976)

*Why must art be static? You look at an abstraction, sculptured or painted, an entirely exciting arrangement of planes, spheres, nuclei, entirely without meaning. It would be perfect, but it is always still. The next step in sculpture is motion.*¹⁹

Alexander Calder

Alexander Calder es visto como un innovador desde el comienzo de su trabajo artístico. Este escultor norteamericano poseía una gran pasión por el movimiento, el cual comenzó a aplicar en sus esculturas, que originalmente eran estáticas. Esta idea constante de que el arte debía ir más allá de la apreciación bidimensional o tridimensional y que sus movimientos, reales más que sugeridos, forman parte esencial de la obra hizo que en la actualidad se le considere como uno de los principales precursores del arte cinético.

Este escultor norteamericano comenzó una relación con el arte a muy temprana edad ya que tanto su madre -pintora- como su padre -escultor- pertenecían a este ámbito. Su abuelo también formaba parte del oficio del arte, por lo que su participación en este mundo fue inevitable ya que tenía varias sucesiones en la familia. Como ya había tres generaciones de Alexanders, el padre de Calder era llamado Stirling y él Sandy.

Much of his early childhood seems to have been spent shuttling back and forth between his father's and mother's studios. (...) Shivering, the younger Calder watched his father's nimble fingers extract his likeness from the lump. At his mother's studio with its paint-smearred rags, jars of

¹⁹ Traducción: "¿Por qué debe ser el arte estático? EN cuanto a una obra abstracta, ya sea una escultura o pintura, vemos un conjunto excitante de planos, esferas, núcleos sin significado alguno. Puede que sea perfecta pero sigue siendo inmóvil. El siguiente paso en la escultura es el movimiento."

*turpentine and linseed oil, young Alexander watched her charcoal-stained fingers sketch his likeness.*²⁰

Su iniciación en este campo tuvo lugar en la época en el que el *Movimiento Arts and Crafts* se encontraba en su apogeo en varias partes del mundo y fue una gran influencia en la vida de los padres del artista. En Pasadena, donde vivía la familia Calder en aquel tiempo, ese movimiento incentivó la producción de objetos estéticamente hermosos, realizados a mano en diversos materiales como metal y arcilla, pues estaban en contra de la producción en masa e industrialización del arte.

En el año 1929 Calder escribió *"I spent my childhood as a boy in the midst of my family, always a maggle collector of bits of wire and all the prettiest stuff in the garbage can. When I wa a kid of eight my father and mother gave me some tools"*²¹

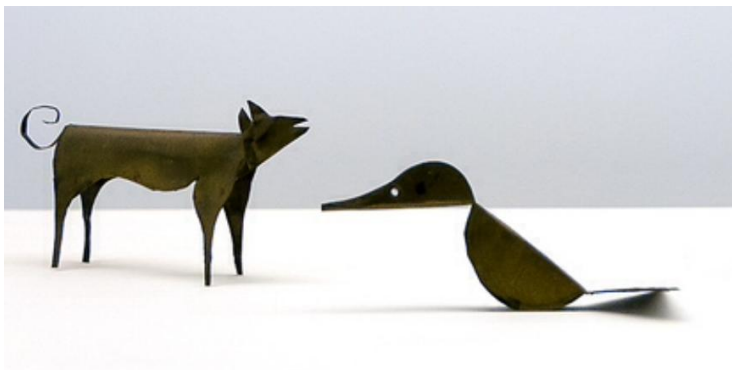
Ya en el año 1906, siendo sólo un niño, Alexander Calder tuvo la oportunidad de comenzar a crear objetos como juguetes y joyería para las muñecas de su hermana, Peggy, al darle las herramientas necesarias y un pequeño taller en casa para que desarrollara su trabajo. Se podría decir que la importancia de este comienzo radica en que la evolución de su trabajo tiene bastante fuerza en sus raíces. Los juguetes de metal y alambre que fabricó a tan corta edad fueron siempre de orgullo para el escultor y su estética pudo haber sido de influencia en la fabricación de futuras esculturas y móviles. De igual forma, es importante recalcar que el ambiente en el cual se crió Calder fue de gran influencia para él y que tuvo que ver en su visión artística sobre la pintura y escultura. Desde el comienzo formó parte de un arte muy innovador, manual y personalizado.

²⁰ CHARLES, Victoria. *Calder*. Parkstone International. Londres, 2011. Página 3.

Traducción: Gran parte de su niñez parecía haberla pasado entre los estudios de su padre y madre. (..) Temblando, el joven Calder miraba los veloces dedos de su padre extraer su gusto [por la escultura] desde el bulto. En el estudio de su madre, con sus ropas manchadas de pintura, potes de trementina y aceites de linaza, el pequeño Alexander observaba cómo sus dedos manchados de carboncillo dibujaban su gusto [por el dibujo].

²¹ Traducción: "Viví mi niñez como un niño en medio de mi familia, siempre entusiasta sobre los juguetes y las cuerdas, y siempre un recolector de pedazos de alambre y las cosas más hermosas en el cesto de la basura. Cuando era un niño de ocho años, mi padre y madre me dieron algunas herramientas"

En el año 1909, cuando tenía apenas 11 años de edad, Calder realizó sus primeras esculturas, un perro y un pato hechos de láminas de latón que se encontraban dobladas para darles forma, parecido a un origami. Según la página oficial de la *Fundación Calder*, el pato, en particular, poseía características cinéticas; si se le impulsaba con el dedo quedaba balanceándose un buen tiempo, teniendo así, movimiento propio. En la época de navidad se las presentó formalmente a sus padres como su regalo para las fiestas decembrinas.



Alexander Calder
Perro, 1909
Pato, 1909
Ilustración 32

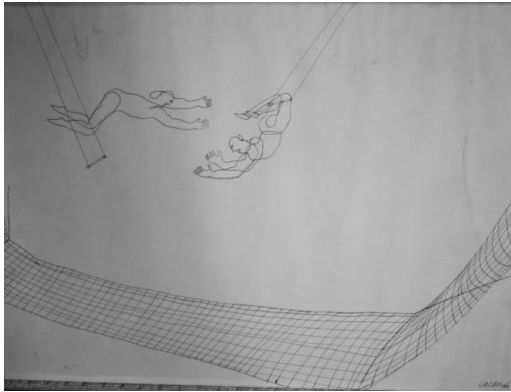
A pesar de que Calder creció rodeado de arte, cuando fue momento de elegir su carrera, en busca de su propia identidad, decidió estudiar ingeniería mecánica en el Instituto de Tecnología de Stevens en New Jersey y se graduó en 1919. El amor por la mecánica, el cual creció con su carrera, era algo que venía desde su niñez cuando fabricaba juguetes con distintos mecanismos. Más adelante se convertirá en algo que procuró incluir en sus obras cinéticas. Esta etapa de sus estudios es muy importante pues, es lo que le dio su visión científica del arte y lo que procuró mezclar con su herencia como escultor y conocedor de la pintura.

Recién graduado se mantuvo bastante alejado del campo del arte y ejerció en varios puestos de trabajo referentes a ingeniería. Probó una gran variedad de campos, desde ingeniero automotriz hasta hidroeléctrico, pero ninguno parecía satisfacerlo. Terminó cediendo a sus talentos y decidió dedicarse al negocio familiar que tan bien conocía.

A casi mediados de sus veinte, comenzó la segunda etapa de formación de Calder: la educación artística. Comenzó tomando algunos cursos de dibujo tradicional para adquirir técnica, pero en poco tiempo se dio cuenta que no era lo suyo. Al tener la oportunidad de viajar fue expuesto a varias experiencias estéticas que lo inspiraron, más que todo la naturaleza que lo rodeaba, cosa que lo motivó a retomar la pintura y volver a intentarlo.

Alexander Calder se mudó a Nueva York, donde estudió en la *Art Students League* y produjo una gran variedad de pinturas pertenecientes a la estética Ashcan. Ésta consistía en representar ciertos aspectos de la vida cotidiana pero dándoles un giro inesperado y sutil, muy coloridas y pintorescas. Este estilo va en contra de la estética académica y la condena. En el año 1924 Calder comenzó a trabajar en *The National Police Gazette*, reconocida revista americana, como un ilustrador, en la sección de deportes específicamente, para poder tener ingresos mientras estudiaba. También realizó varios diseños de animales para *Animal Sketching* en el Bronx y el Zoológico de Central Park.

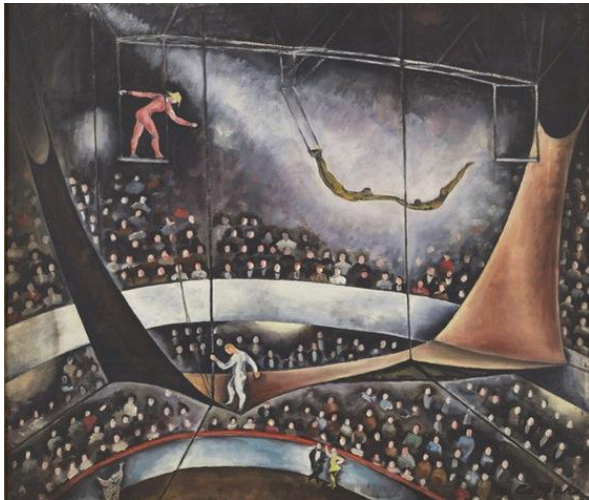
Según *Alexander Calder: Retrospective Exhibition* de Solomon Guggenheim, sus padres se mudaron ese año a Europa, por lo que el taller paterno quedó a su disposición. De forma paralela a sus trabajos comienza a realizar pequeñas figuras hechas de láminas de metal y alambre. Es en esta época cuando su interés por el circo comienza a aflorar y su vida cambió por siempre. En ocasiones, le tocaba observar el espectáculo desde los asientos más alejados y esta perspectiva le pareció como si estuviera viendo un show animado por pequeños juguetes, cosa que le recordaba a las creaciones de su infancia. En cada función comenzó a hacer bocetos desde toda perspectiva posible, comenzando así un exhaustivo estudio artístico de este entorno. Calder sacó importantes elementos del circo como el uso del color y el movimiento, elementos que plasmaría luego en su propio circo mecánico en miniatura.



Alexander Calder
Sin título, 1931
Ilustración 33

Entre los años 1924 y 1925, el portafolio de Calder consistió en una serie de dibujos, bosquejos y pinturas al óleo. Un ejemplo de esta etapa es su pintura *The Flying Trapeze*, en la cual se puede apreciar su amor por el circo, el movimiento, el uso dramático del color y de las formas exageradas.

Calder en comentó esta época: I've always been delighted by the ways things are hooked together. It's just like a diagram of force. I love the mechanics of the thing- and the vast space- and the spotlight.²²



Alexander Calder
The Flying Trapeze, 1925
Ilustración 34

Esta pintura también es importante porque refleja uno de los elementos del circo que será una constante en sus pinturas y hasta esculturas, lo que simboliza el trapecio. Algo que caracteriza a los trapecistas es que su movimiento particular da la

²² LIPMAN, Jean y ASPINWALL, Margaret. *Alexander Calder and his magical mobiles*. Hudson Hills Press. Michigan. 2007. Página 77.

Traducción: Siempre he estado deleitado con la manera en que las cosas están sujetas. Es tal cual un diagrama de fuerzas. Amo la mecánica de algo- y su vasto espacio- y su foco.

sensación de que están en pleno vuelo. De igual manera, el balanceo del trapecio y su elegancia se puede comparar a la de los estables y móviles por los que el escultor norteamericano será tan reconocido en años siguientes.

Cuando el artista tenía 27 años, comenzó a experimentar con alambre y madera para crear sus esculturas. La primera que realizó en alambre terminó siendo un reloj solar en forma de un gallo. El escultor dibujó con el alambre la silueta del ave y al atarla a un poste de cierta manera, hizo que funcionara como un reloj de sol también. La escultura de madera la talló a partir de una cerca.

En el año 1926 Calder se muda a Europa y termina estableciéndose en París, Francia. Llega al país en un estado económico bastante limitado, por lo que subsistió a base del poco dinero que le enviaba su madre. Con estos ingresos compró los materiales necesarios para manipular alambre y tallar la madera; y procedió a elaborar sus reconocidas figuras. No estaba en condición de realizar obras de gran tamaño, como esculturas, por el espacio tan diminuto en que laboraba. Por su singular personalidad, no tardó mucho en hacer amigos los cuales se encontraban maravillados con la manera en que ideaba nuevos juguetes.

Calder llegó al punto en el que ya había fabricado suficientes figuras de humanos, carros, cuerdas, trapecios, bancos y animales para realizar su propio circo en miniatura. Rescató y estudió los bocetos realizados en las funciones a las que asistía en Nueva York y comenzó ensamblar todas sus creaciones.

Utilizó todo tipo de materiales para construir su escenario como alambre, madera, metal, tela, papel, cartón, cuero, cuerdas, tubos de goma, corcho, botones, diamantes falsos, cepillos para destapar la cañería y tapas de botellas. Se puede decir que de nuevo regresó a sus raíces cuando sacaba “tesoros” del cesto de la basura de casa de sus padres para fabricar juguetes y joyas. Este sería el comienzo de una de las obras más conocidas del innovador escultor, *The Cirque Calder*.

El Circo de Calder fue bien reconocido en París, no le tomó mucho tiempo agarrar popularidad. Ésta era una obra vanguardista que además, era considerada como entretenimiento, un performance, apto para todo tipo de espectador. El pequeño circo era operado por el mismo Calder, quien movía a las figuras de alambre y madera por todo el escenario, también fabricado por él. La esencia del circo era sin duda el movimiento. Cada acto realizado por los figurines era completamente planificado. En todo París se le conoció como un gran artista vanguardista.²³



Alexander Calder
The Cirque Calder 1926-1930
Ilustración 35

Actualmente el pequeño circo se encuentra en exhibición en el Whitney Museum of Art en Nueva York. El espectáculo que presentaba Calder a los espectadores consistía en varios actos, como un circo real. Uno de los más impresionantes era el de los trapecistas, los cuales realizaban prácticamente todos los movimientos sin que Calder los tocara, sólo operando el movimiento de donde se sujetaban.

Sus conocimientos en mecánica jugaban una parte protagónica en el espectáculo de su obra. De igual forma, los animales que operaba se desplazaban con movimientos bastantes naturales, los que observaban el show podían casi pasar por alto la presencia de Calder manejando todo. *El Circo de Calder* es una de las exposiciones que más disfrutaba el escultor ofrecer a los espectadores, y realizó el show hasta el año de su muerte.

²³ Para transportar todo el complejo, utilizaba unas pequeñas maletas que tenían su firma dibujadas en la parte posterior.

1.



Se pueden apreciar las maletas, en las que cargaba todas las partes del circo, con su firma.

2.



Figura del Maestro de Ceremonia, realizada con alambre y telas.

3.



Calder manejando al caballo mecánico.

4.



Caballo manipulado con alambres y una bailarina en su lomo.

5.



Calder manipulando el caminar de un perro junto a una estatuilla de alambre femenina.

6.



Calder cambiando el escenario

7.



8.



Calder manipulando un globo a través de la figura para dar la impresión de que éste lo infla.

9.



Figuras balanceándose en el trapecio.

10.

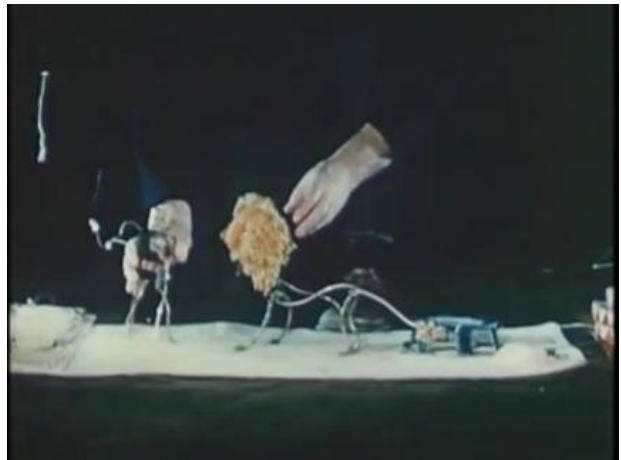


11.



Figura del trapecio cae en la palma de Calder.

12.

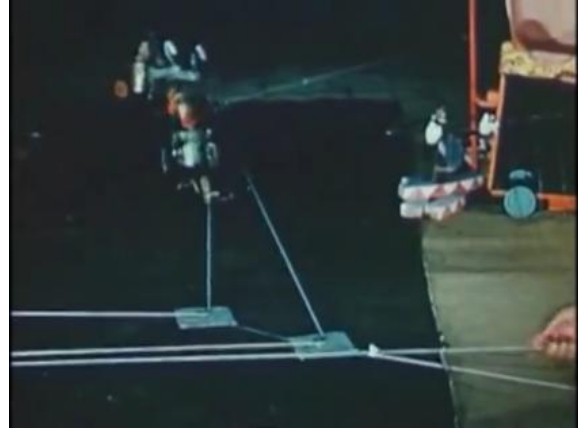


Acto del domador de leones

13.



14.



Manipulación de varios caballos mediante un sistema de cuerdas.

El espectáculo duraba dos horas y 120 minutos, contaba con más de 50 piezas manejadas en su totalidad por el mismo Calder. En total contaba con cinco maletas para guardar todo. A continuación se presentan unas imágenes pertenecientes a una presentación de Calder de su circo para una película de 1955 por Jean Painlevé.²⁴

El período artístico de Alexander Calder a partir del año 1927 es muy importante. En base a todas sus experiencias en la estética tridimensional y el mezclarla con el movimiento, comienza a experimentar a nivel escultórico. Comenzó a diseñar obras de forma lineal usando alambre y otros materiales. Usando espacios negativos y positivos creó dibujos tridimensionales, dando como resultado dos tipos de volumen: real e ilusorio. Con todas estas innovaciones, Calder creó la escultura de alambre. Entre los temas recurrentes de sus obras se puede mencionar retratos de amigos, objetos circenses y animales. Eventualmente también retrató en dicha técnica a personalidades importantes tales como Josephine Baker y muchos más. En paralelo el escultor seguía brindando sus funciones de circo miniatura.

²⁴ El video puede visualizarse a través del siguiente enlace: <http://www.youtube.com/watch?v=t6jwnu8lzy0> (consultado en enero del 2015)

*When Calder is not being compared to others, he is presented as an artistic innovator who single-handedly invented kinetic art. In other words, he is presented as someone who was able to successfully introduce humor to abstract art.*²⁵

En Agosto del año 1927, Alexander Calder comenzó a mostrar su trabajo de forma pública en diversas galerías de París. Su exposición disponía de muchos ejemplos de juguetes, escultura en alambre. En este año tuvo varios proyectos involucrando a sus figuras mecánicas. Es en Francia donde perfeccionó varias técnicas y continuó realizando sus esculturas en alambre y madera. Tuvo contacto con personajes que lo influenciarían en gran parte de su estilo y que ya compartían muchas características en común, como Joan Miró y Piet Mondrián. Existe en varios libros y publicaciones un constante debate sobre cuál artista influyó más la obra de Calder, si Joan Miró o Piet Mondrián.

Joan Miró y Calder se conocieron en París en el año 1928. Ambos rechazaron al arte académico para experimentar con el arte abstracto, donde mezclaron a los colores en su forma más pura con figuras provenientes de la imaginación. En la obra de Miró se puede apreciar el uso de la línea y como ésta se entreteje entre sí para elaborar figuras concretas y abstractas sobre el lienzo. Esta misma técnica se puede encontrar en las obras de Calder, específicamente sus esculturas de alambre, donde este material es usado como línea y contorno para la fabricación de todo tipo de figuras. En el año 1936 el periódico New York Times describió a los móviles de Calder como "Abstracciones de Miró que cobran vida". Miró y Calder conservaron su amistad mediante cartas durante muchos años, la escolaridad le atribuye a esta relación gran parte de las influencias en la carrera artística del norteamericano. Los temas de ambos artistas parecen poseer

²⁵ Traducción: Cuando no se le está comparando con otros artistas, Calder es presentado como un artista innovador que por cuenta propia inventó el arte cinético. En otras palabras, se le presenta como alguien quien introdujo de forma exitosa el humor al arte abstracto.

similitudes, teniendo que ver con el subconsciente, los sueños y la concepción surrealista de cómo apreciaban los fenómenos más comunes.

*“Everything from Calder’s choice of organic forms, to his use of fluid lines, reveals Miro’s surrealist influence”*²⁶ No se puede negar que ambos compartían una gran pasión por el movimiento y que se puede evidenciar en las esculturas cinéticas de Calder y pinturas dinámicas de Miró. En el año 1928 se le concedió su primera exhibición individual la cual era protagonizada por una de sus esculturas de alambre. Este evento tuvo lugar en la Galería Weyhe de Nueva York.



Alexander Calder
Frank Crowninshield, 1928
Ilustración 36

Sus retratos en escultura de alambre tenían rasgos muy caricaturescos, por lo que comenzó a hacerse conocer como un artista de humor. El uso de los cables y el alambre por parte de Calder, que en aquella época eran sólo usados con fines industriales o mecánicos, es considerado uno de sus mayores aportes en los años veinte, pues, hizo que la representación del cuerpo y rostro humanos llegara a otro nivel.

²⁶ Traducción: Todo, desde la decisión de Calder de incluir formas orgánicas hasta el uso de líneas fluidas revela la influencia surrealista de Miró.

YONAS, Eva. *Calder and Mondrian: An Unlikely Kinship*. Senior Honor Thesis. Ohio. 2006. Página 6.

In switching from Wood to wire, Calder found a way to liberate the figure from the organic world- indeed, from gravity itself- and to initiate a dialogue with the new world of technology.²⁷

La fina silueta que producía el alambre al ser manipulado en tercera dimensión provoca que el retrato o dibujo posea rasgos más caricaturescos y definidos. Esta técnica borra la línea que limitaba a varios aspectos del dibujo y la pintura tradicional. Calder combinó sus estudios de ingeniería, los cuales le dieron una excelente práctica con las herramientas que utilizaría para construir las piezas además de la base matemática y física, con sus estudios en arte para crear cosas completamente nuevas.



Alexander Calder
Wire Sculpture. 1929.
Ilustración 37

La escultura *Wire Sculpture* es un perfecto ejemplo de a qué límites puede llegar esta técnica. A diferencia de la mayoría de sus diseños, esta obra la protagoniza una mujer de cuerpo completo colgada boca abajo.

Se podría decir que es parecida a la posición de los trapecistas en el circo. De igual forma posee su nombre escrito en el mismo estilo, cosa que no se solía hacer

²⁷ ZABEL, Beth Barbara. *Assembling Art*. Univ. Press of Mississippi. Missisipi. 2004. Página 7.

Traducción: Al cambiar de Madera a alambre, Calder encontró una manera de liberar la figura del mundo orgánico- de hecho, de la gravedad misma- y para iniciar diálogo con un nuevo mundo de tecnología”

para la época. Es interesante recalcar que Calder era un apasionado de los deportes además de las artes, por ello es que varios de sus objetos de retrato eran atletas de boxeo, tenis, golf, gimnastas entre otros.

En el año 1930, por medio de un conocido en común, Alexander Calder tuvo la oportunidad de conocer el estudio de Piet Mondrian, cosa que lo inspiró en gran medida. Él ya había experimentado con ciertas características del arte abstracto pero nunca había tenido contacto tan directo con éste. Una de las cosas más importantes que tomó como inspiración del trabajo de Mondrian fue el uso del color y las diferentes formas irregulares que parecían danzar en armonía en sus obras. Esta experiencia estética fue la causante de que comenzara a soñar con sus famosos móviles y la escultura cinética en general. Calder describió al estudio de Mondrian de la siguiente manera:

It was a very exciting room. Light came in from the left and from the right, and on the solid wall between the windows there were experimental stunts with colored rectangles of cardboard tacked on. (...) I suggested to Mondrian that perhaps it would be fun to make these rectangles oscillate. And he, with a very serious countenance said: "No, it is not necessary, my painting is already very fast." This visit gave me a shock. (...). Though I had heard the word "modern" before, I did not consciously know or feel the term "abstract". So now, at thirty two, I wanted to paint and work in the abstract. And for two weeks or so, I painted very modest abstractions. At the end of this, I reverted to plastic work [sculpture, wire] which was still abstract²⁸

²⁸ MONDRIAN, Piet. *The New Art- The New Life; Collected Writings of Piet Mondrian*. Da Capo. USA. 1993
Página 9

Traducción: Era un cuarto bastante emocionante. Las luces provenían de la izquierda y de la derecha, y en la pared sólida entre las ventanas había dobles experimentales con rectángulos de colores de cartón clavados. (...) Le sugerí a Mondrian que quizás sería divertido hacer que esos rectángulos oscilaran. Y él, con una expresión bastante seria en su rostro dijo: "No es necesario, mi pintura ya es lo suficientemente rápida." Esta visita me dejó en shock. (...) A pesar de que había escuchado el término "moderno" antes, nunca consideré o sentí el término "abstracto". Entonces, ahora, a la edad de 32 años, quiero pintar y trabajar con lo abstracto. Y por dos semanas más o menos, pinté modestas pinturas abstractas. Al final, terminé volviendo a como estaba antes [con esculturas y alambre] pero que aún así eran abstractas.

Estas experiencias son las que abren los ojos a nuevas posibilidades gracias a la introducción al mundo de la abstracción y el uso de ciertos colores, Calder comenzó a forjar el estilo por el cual se le conoce hoy en día. Mondrián es considerado una importante referencia al hablar de arte y arquitectura moderna y tuvo gran influencia sus comienzos cinéticos.

La reacción de Calder fue inmediata, comenzó a producir una gran cantidad de esculturas abstractas por un tiempo relativamente largo. Tomó como inspiración una de las características que más le impactó del taller del maestro del neoplasticismo, Mondrián, que eran los diferentes rectángulos de colores que se encontraban reposando en la pared del estudio. Más que por algo teórico, sus sentidos se sintieron inspirados ante tal experiencia estética que va en una vía completamente diferente a la pintura y escultura tradicional. A raíz de este suceso, Calder crea la escultura cinética por la que es mundialmente conocido y alabado, el *móvil*. Esta creación no fue totalmente inmediata, tuvo muchísimas obras de “ensayo y error” antes de llegar a lo que sería el *móvil* como tal. Después de todo, el arte cinético es mucho más calculado de lo que parece y cada movimiento, que a la vista parece muy casual y elegante, está meticulosamente planificado.

En un principio, sus esculturas cinéticas poseían movimiento muy limitado, cosa que no le convenía a Calder ya que esta condición era una de sus pasiones desde niño. La cuestión era que lo que más le inspiró y llamó la atención del estudio de Mondrian fue la forma de los rectángulos, su disposición y también sus colores. Una vez que siguió experimentando con sus esculturas de alambre al colocarlas en un espacio abierto y literalmente colgarlas, todo comenzó a cobrar sentido.

Específicamente en el año 1932, casi más de un año después de que comenzó sus experimentos cinéticos y abstractos, Calder adquirió una pasión por aplicarle movimiento a la escultura estática. El ingeniero poseía cierta

fascinación por el sistema solar, lo cual podría explicar por qué sus móviles parecieran estar en órbita y oscilar en torno a sus diferentes patrones y figuras.

Los primeros móviles que fabricó consistían en un sistema complejo de manijas con motores, procedimiento que no siguió practicando Calder en el futuro al darse cuenta que era mucho más eficiente que la obra respondiera a corrientes de aire y no a una fuente mecánica. Por esta razón, eventualmente realizó las partes de manera más simple, ligeras y aerodinámicas. También con el tiempo comenzó a darle importancia a otros factores como la luz, el ambiente en general y la interacción con los espectadores.



Alexander Calder
Mobile, 1932
Ilustración 38

Según Jean Lipman en su libro *Alexander Calder and his magical mobiles*, el término *móvil* provino de una conversación entre Calder y el reconocido artista Marcel Duchamp, en la que éste le sugirió el término al ser espectador de una de sus exhibiciones donde estaba presentando sus nuevas obras cinéticas en el año 1931. La palabra le sienta a la perfección a este tipo de escultura ya que ésta (*mobile*, en su idioma original) se refiere a ambas, “movimiento” y “motor (motriz)” en francés. Casi al mismo tiempo, Calder ideó otro tipo escultura cinética parecida al móvil pero que consistía en trabajos abstractos inmóviles los cuales Jean Arp, reconocido escultor francoalemán, bautizó como *stábiles*.

En el año 1937, luego de años de fabricar móviles y stables, Calder realiza su primer stable de grandes proporciones, *Devil Fish*. La idea es que aunque sea una escultura sin movimiento real, se perciba la característica cinética con solo observarla. Esta pieza es parte de su etapa de *Años de Guerra*, una reacción artística que tuvo a la Segunda Guerra Mundial. En su totalidad está realizada en lámina de metal pintada de negro. Debido a la guerra, había escasez de metal, por lo que Calder tuvo que experimentar con la madera en muchas de sus esculturas.



Alexander Calder
Devil Fish, 1937
Ilustración 39

Entre los años 1946 y 1952, Alexander Calder recibe varias distinciones internacionales. Luego de que acabó la Segunda Guerra Mundial, el escultor tuvo importantes presentaciones en Europa. El 1948 tuvo dos exhibiciones bastante aclamadas en Rio de Janeiro y Sao Paulo, Brasil. De igual forma, en 1949 realiza el móvil más grande de toda su carrera artística hasta ese momento, *International Mobile*.

El ingeniero norteamericano comienza a experimentar con esculturas cinéticas de gran tamaño. En 1952 representó a Estados Unidos en la *Bienal de Venecia* y ganó primer lugar en escultura, llevándose así el premio mayor con grandes honores. En los años siguientes Calder comenzó a aumentar cada vez

más las dimensiones de sus esculturas y las expuso en espacios abiertos, al aire libre. Casi toda la época de los años cincuenta los dedicó a viajar y hacer conocer su obra por continentes como Asia, Europa y América del Sur. Es en este tiempo cuando realiza una de sus obras más conocidas como: *Las Nubes de Calder* (1953), *125* (1957), *Spirale* (1958) y *Teodelapio* (1962). Este último en particular es un stábil que posee una de las dimensiones más grandes, 18 metros de alto y 14 de ancho.



Alexander Calder
Teodelapio 1962
Ilustración 40

En los años sesenta, produjo muchos stables de proporciones monumentales en Francia. Tenía que contar con un gran equipo de asistentes y personas que dominaran los materiales a la perfección. Tuvo grandes exhibiciones en los museos más importantes del mundo, como el Guggenheim. Fue de los pocos artistas al que se le atribuyeron varias muestras retrospectivas estando con vida. Calder murió en nueva York a los 77 años.

II.3: Alexander Calder y Carlos Raúl Villanueva.



Alexander Calder y Carlos Raúl Villanueva

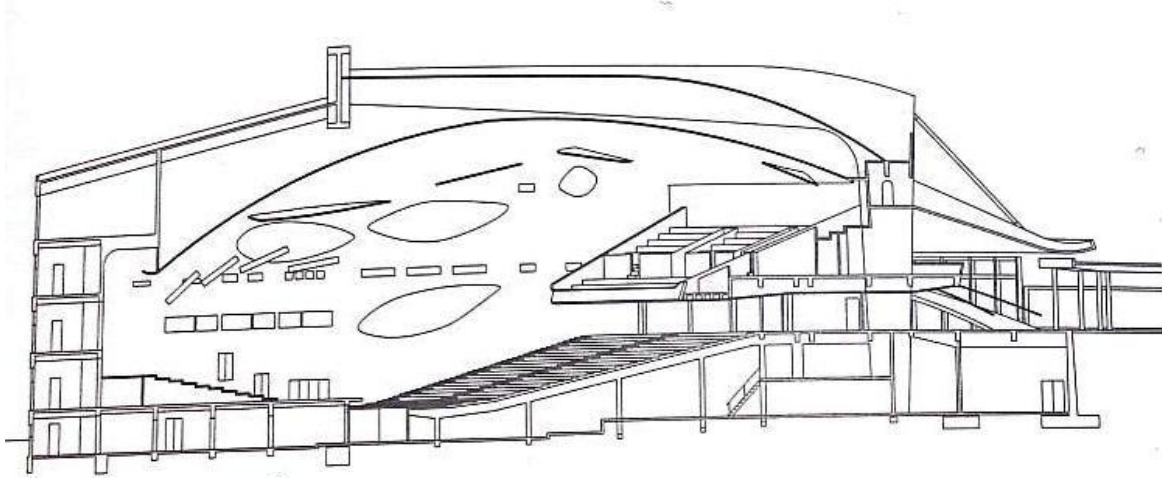
Creo que el arquitecto debe ser un humanista. Su visión debe ser global, universal y por lo tanto local (...) El Arquitecto es un intelectual, por formación y función. Debe ser un técnico, para poder realizar sus sueños de intelectual. Si tales sueños resultan particularmente ricos, vivos y poéticos, puede ser un artista.

-Carlos Raúl Villanueva

En el año 1952 Alexander Calder aceptó una gran comisión, diseñar un cielo acústico en el Aula Magna de la Universidad Central de Venezuela. Todo comenzó en el año 1951, cuando Alexander Calder conoció al arquitecto venezolano Carlos Raúl Villanueva en los Estados Unidos y de este encuentro nació una fuerte amistad. El ingeniero norteamericano recibe al arquitecto venezolano en su casa de Connecticut donde comparten interés y posibles proyectos.

El año siguiente, 1952, cuando gana el premio en la Bienal de Venecia ambos se cruzan de nuevo en el taller de Fernand Léger en París. Villanueva aprovechó la oportunidad de proponerle a Calder participar en el proyecto de *Síntesis de las Artes* para la Universidad Central de Venezuela. Éste incluiría

artistas de diferentes nacionalidades y especialidades que aportarían su talento. Fernand Léger también formaría parte de este ambicioso plan.



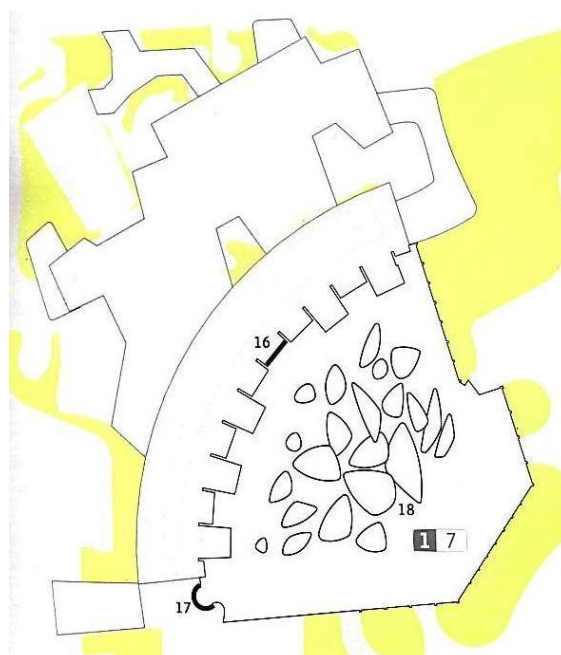
²⁹Corte Transversal: Aula Magna, UCV.

El Aula Magna iba a ser uno de los sitios más importantes de la universidad pues sería el auditorio principal del campus para graduaciones, eventos, conciertos, etc. Este espacio no iba a ser la excepción y también fue diseñado por Carlos Raúl Villanueva. Para esta época, el arquitecto poseía poca experiencia al momento de realizar los planos de grandes auditorios, por lo que su trabajo quedó con una deficiencia en la parte acústica. El venezolano se negó a cambiar el diseño original, por lo que estuvo obligado a buscar consejo profesional.

Los ingenieros norteamericanos, y bien reconocidos para la época, Bolt, Beranek y Newman fueron los que sugirieron que para solucionar el problema con el sonido, provocado por la forma del auditorio en abanico, se instalaran unos paneles de forma rectangular y de gran tamaño en zonas estratégicas del auditorio para que así el sonido rebotara y se escuchara perfectamente en todo el espacio. Para que el plan funcionara, se tendría que cubrir el 70% del techo del edificio.

²⁹ Plano tomado de un catálogo oficial de las obras de la UCV. FUNDACIÓN CENTRO DE ARQUITECTURA. *Ciudad Universitaria de Caracas: Patrimonio.*

El plan original de Villanueva con Calder consistía en que diseñara uno de sus famosos móviles y que se colocara en los espacios exteriores del Aula Magna, cerca de la Plaza Cubierta. De esta forma toda la comunidad universitaria podría apreciar la escultura e interactuar con ella cada vez que pasaran por esa área de la ciudad universitaria. Sin embargo, al estudiar mejor la situación, se dieron cuenta de que el clima y los vientos no le harían bien a la obra, pues sería una exposición permanente a estos fenómenos; por ello se consideró mudar su ubicación a espacios internos del Aula Magna, como el foyer.



18 Nubes Acústicas de Calder³⁰

A raíz de este planteamiento, Alexander Calder tuvo la oportunidad de ver el posible diseño del Aula Magna. Villanueva le explicó la situación por la que estaban pasando con este edificio y Calder sugirió convertir esos paneles rectangulares en arte. Villanueva estuvo de acuerdo, y así, la obra del ingeniero norteamericano no estaría afuera sino adentro y formaría parte del complejo del Aula Magna.

³⁰ Plano tomado de un catálogo oficial de las obras de la UCV.
FUNDACIÓN CENTRO DE ARQUITECTURA. *Ciudad Universitaria de Caracas: Patrimonio.*

Los paneles rectangulares serían sustituidos por diseños de Calder que se encontrarían en las posiciones necesarias para que rebotara el sonido. Este hecho provocaría que sus partes no pudieran moverse libremente como un móvil, por lo cual sería un stábil, pero era un precio bajo a pagar por tan inmensa y ambiciosa obra. Toda esta planificación se hizo a distancia. Se dice que Calder tenía la intención de que las plataformas de láminas de madera pintada poseyeran un motor para que se acomodaran de acuerdo al suceso que iba a tener lugar en la sala. Por la magnitud y complicación del proyecto esta idea no se pudo dar.

El ingeniero acústico, Robert Newman, fue el encargado de efectuar los cálculos necesarios para que cada pieza estuviera en el lugar correcto. Calder trabajó junto con él y otros ingenieros para que este proyecto pudiera realizarse. Así fue como las Nubes de Calder cobraron vida. Los 22 "platillos" de Calder, junto con el diseño de Villanueva y los servicios de la firma Bolt, Beranek y Newman convirtieron este espacio en no sólo de una de las piezas protagónicas de la Ciudad Universitaria, sino de todo el país.

Actualmente el Aula Magna de la Universidad Central de Venezuela es considerada una de las cinco salas con mejor acústica en el mundo³¹. Grandes personalidades de muchos ámbitos se han presentado allí. Su proyecto fue realizado en el año 1952, la construcción tomó entre los años 1952 y 1953. Finalmente en diciembre del 1953 se inauguró.

No es hasta el año 1955 que Calder conoce a su obra en persona al viajar a Venezuela por invitación de Villanueva. Quedó sumamente complacido con el resultado y sorprendido con el talento e ingenio de Carlos Raúl Villanueva. Además de que tenían una amistad bastante fuerte, se admiraban mutuamente.

³¹ <http://laguiadecaracas.net/locales/el-aula-magna-sala-de-espectaculos-en-la-ucv/> consultada en agosto del 2014.



Nubes de Calder. Aula Magna, UCV. (1953)

Lo que más impresiona de este volumen es su disposición de diálogo con la pureza del espacio interior y los mágicos Platillos voladores de Alexander Calder que impactaron por igual al arquitecto y al mismo escultor cuando, por primera vez, vieron concretado lo que en planos sólo parecía una ilusión. Diría Calder en 1955: Estoy profundamente impresionado por una actitud tan valiente en el empleo de las nuevas formas y estilos en la arquitectura, particularmente de la Ciudad Universitaria. Imponer la idea de construir e instalar los “Platillos Voladores” en el Aula Magna debió exigir gran valentía. Lo que hice al proponerlos nada es comparado con tal coraje... Ninguno de mis móviles ha hallado un ambiente más extraordinario... o más grandioso. Es éste el mejor monumento a mi arte (Calder citado por Moholy-Nagy 1999:118-119).³²

La Nubes de Calder no es la única obra de Calder de la Universidad Central de Venezuela. Tres esculturas cinéticas se encuentran en exhibición en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo: *Ráfaga de Nieve* (1953) –que es un móvil- *Stábil con Hoja Horizontal* (1955) y *Estalagmita* (1955).

Según el libro *Casa del tiempo*³³, la amistad de Calder y Villanueva duró muchos años pero esa fue la única vez que el escultor visitó Venezuela. Cuando se estaba planteando el proyecto de *Síntesis de las Artes* y el diseño del Aula Magna, en el año 1952, Calder le comentó al venezolano que si lograba hacer tal

³² DEMBO, Nancy. *La tectónica en la obra de Carlos Raúl Villanueva: aproximación a tres tiempos. Arquitectura y urbanismos, Colección Estudios*. CDCH UCV. 2006. Página 145.

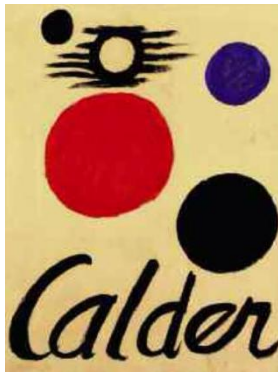
³³ UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA. *Casa del Tiempo*. Universidad de Texas. 2008.

cosa es que tenía un pacto con el diablo. Por esta razón Carlos Raúl Villanueva es apodado “diablo”. Calder realizó un stábil en honor a Villanueva llamado *La Silla del Diablo*.



Alexander Calder y Carlos Raúl Villanueva junto a la *Silla del Diablo*

Alexander Calder aprovechó en gran medida su estadía en Venezuela. Estando en el país realizó 61 esculturas, las cuales se expusieron en el Museo de Bellas Artes y también impartió talleres. También tuvo la oportunidad de conocer a Alejandro Otero y Miguel Arroyo.



Alexander Calder
Boceto original para afiche de exposición, 1955
Ilustración 41

Capítulo III: Análisis de las obras

Creo en una arquitectura que aparte de la realidad, que elabore una interpretación crítica de ella y que vuelva a la realidad, modificándola, con dialéctica incesante.

-Carlos Raúl Villanueva

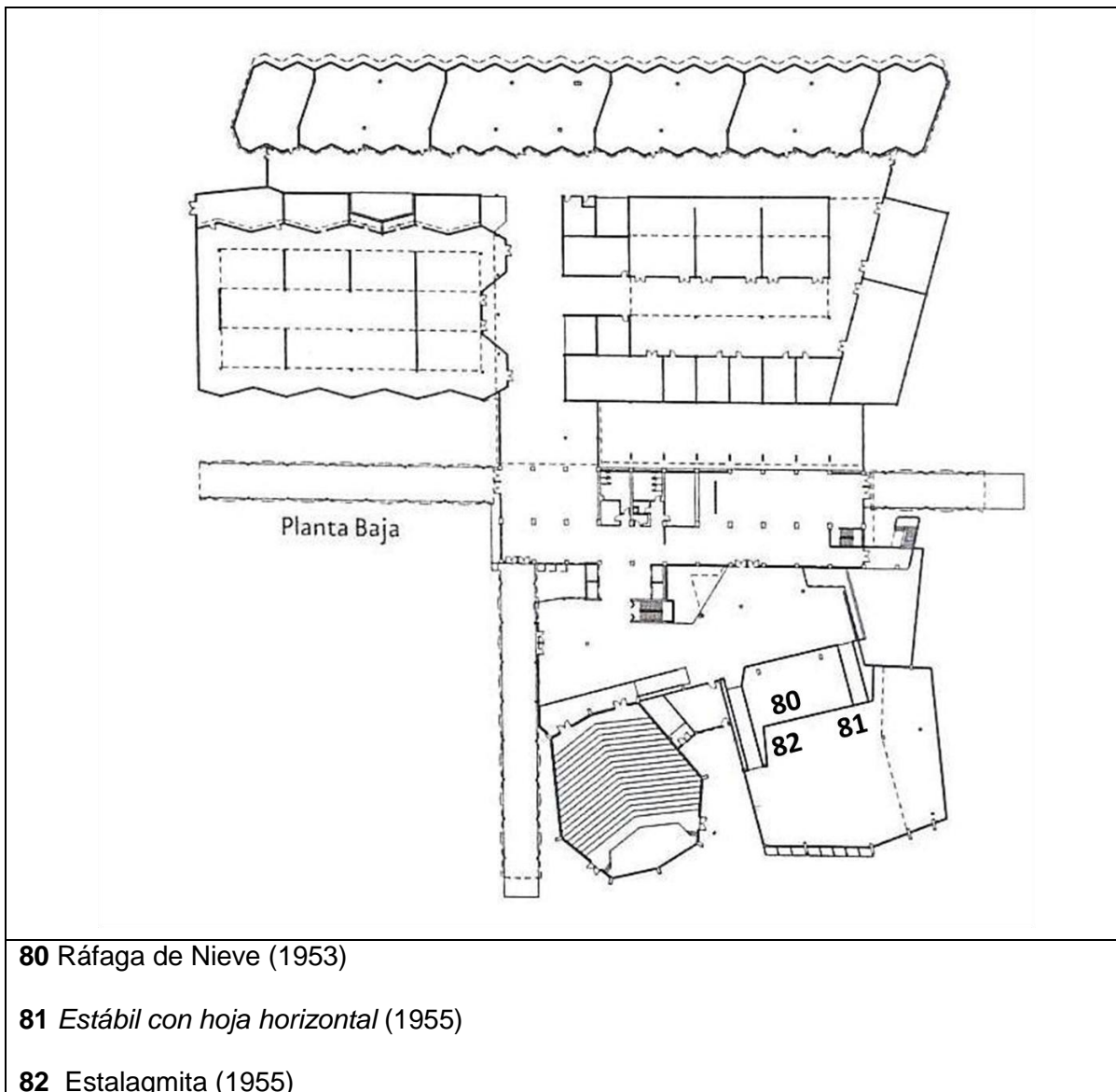
La Universidad Central de Venezuela (UCV) fue designada *Patrimonio Cultural de la Humanidad* por la UNESCO en el año 2000. La ciudad universitaria de Caracas, como también es reconocida nuestra primera universidad, cuenta con una importante cantidad de obras de arte que acompañan su moderna arquitectura, emblemáticas realizaciones del arte internacional que incluyen esculturas, murales y vitrales. Este conjunto se encuentra distribuido por todo el campus y forman parte vital de la universidad. A dicho patrimonio artístico se conoce como *Síntesis de las Artes*, proyecto ideado por el arquitecto venezolano Carlos Raúl Villanueva para la Universidad Central de Venezuela hace más de 60 años.




Cada obra que posee la UCV es una clara representación del estilo del artista al que pertenece. Villanueva invitó a veinticinco representantes artísticos nacionales e internacionales para que formaran parte de este proyecto. El producto de esta iniciativa se convirtió en un importante ejemplo de la convivencia entre el hombre y el arte. El campus universitario se convierte en una obra de arte en su totalidad.

Entre las diferentes esculturas que se pueden apreciar en el campus universitario, se reconocen las esculturas cinéticas. La corriente a la cual pertenecen es una perfecta mezcla de arte y ciencia, dando como resultado una ilusión visual que ha llamado la atención de muchos estudiosos y apasionados de la materia. En Venezuela es bien conocido el arte cinético por sus grandes exponentes: Jesús Soto y Carlos Cruz Diez.

III.1: Ubicación de las obras

Las tres esculturas que se analizarán fueron realizadas en los años cincuenta por el escultor norteamericano Alexander Calder. Ubicadas en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) de la Universidad Central de Venezuela. La FAU, inaugurada en 1957, es una de las facultades más imponentes de la UCV y muchos se lo atribuyen al hecho de que es la edificación que representa a la carrera de Carlos Raúl Villanueva. Su arquitectura es una de las mejores representaciones del estilo del arquitecto venezolano.



80: Sobre la sala de lectura de la FAU	81: Sala de exposición de la FAU	82: Sala de exposición de la FAU
 <p>Ilustración 42</p>	 <p>Ilustración 43</p>	 <p>Ilustración 44</p>

El edificio de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo reúne dos temas ya elaborados anteriormente: el cuerpo horizontal que contiene en este caso las áreas comunes y los talleres, resuelto en una compleja sucesión de espacios cambiantes, y la torre elevada que aloja las aulas. Desde el exterior, la variedad y complejidad de sus volúmenes expresa la creación de formas abstractas que caracteriza la obra de Villanueva en esta época.³⁴

Las tres esculturas cuentan con suficiente espacio y luz para ser apreciadas apropiadamente. Como son obras cinéticas, es importante que su posición les permita “moverse” conforme a la tridimensionalidad de su diseño y ser observadas desde distintos puntos de vista. El ambiente que persiste en la sala es sumamente parecido al que se encuentra en el exterior por las corrientes de viento y los indicios de luz que se proyectan a través de la estructura del edificio.

El movimiento en estas obras no vendrá dado por ningún elemento externo a la pieza, sino por el aire que forma parte del espacio que rodea la escultura. De esta manera, los Mobile y los Stabile-Mobile de Calder son esculturas muy adecuadas para estar situadas en el espacio

³⁴ FUNDACIÓN CENTRO ARQUITECTURA. *Ciudad Universitaria de Caracas: Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Caracas, 2007.*

exterior, situación que proporciona las condiciones para que se mueva y cambie su forma continuamente,³⁵

El móvil, *Ráfaga de Nieve*, se encuentra suspendido sobre la sala de lectura de la FAU. La facultad se encuentra rodeada por un muro calado, el cual permite que se mantenga fresca y corrientes de aire circulen libremente por los espacios. La obra se encuentra en constante movimiento gracias a los ritmos eólicos y lo ligero que es el material que la compone.



Ilustración 45

Las dos esculturas cinéticas restantes están ubicadas en la sala de exposición de la FAU. Puede que las muevan si alguna exposición lo amerita pero luego se volverían a posicionar en este lugar. Si se observa la sala de exposición desde la parte frontal de la sala de lectura, se encontraría *Estábil con Hoja Horizontal* a la izquierda y *Estalagmita* a la derecha.

El recorrido de estos pasillos y a lo largo de toda la planta baja constituye una experiencia incomparable: los espacios cambian constantemente por medio de desniveles en los techos, el

³⁵ LÓPEZ, Rafael. *Cómo Prevenir los Conflictos en Comunidades de Vecinos*. Culturalibros. España. 2009. Página 22.

movimiento de las paredes llenas y de bloques huecos que los conforman, y las obras de arte que los acompañan³⁶



Ilustración 46



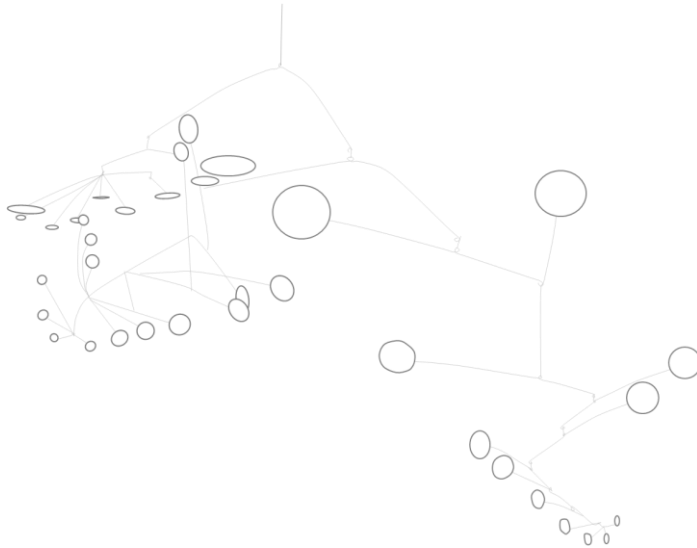
Ilustración 47

³⁶ FUNDACIÓN CENTRO ARQUITECTURA. Ciudad Universitaria de Caracas: Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Caracas, 2007.

III.2: Descripción de las obras

*If it is true that the sculptor is supposed to infuse matter with movement, then it would be a mistake to associate Calder's art with the sculptor's. Calder does not suggest movement, he captures it.*³⁷

- Ráfaga de nieve- Snow Flurry



Alexander Calder
Ráfaga de nieve- Snow Flurry
1953
Mobile. Escultura cinética bicromada.
320x250x25cm
Sala de exposición de la Facultad de
Arquitectura y Urbanismo.
Universidad Central de Venezuela.

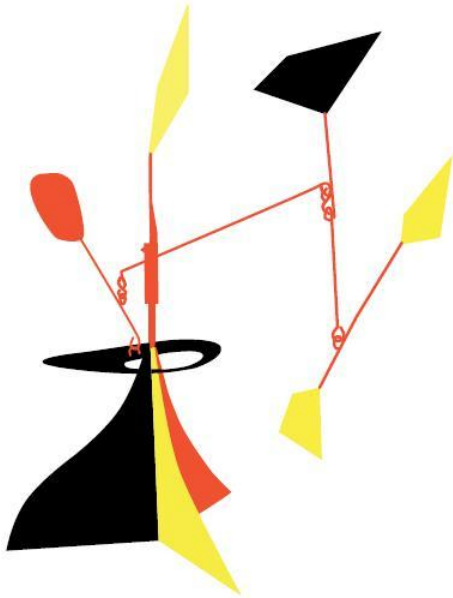
Ráfaga de Nieve es un móvil conformado por circunferencias blancas de diversos tamaños ensambladas con múltiples varillas de metal de color negro de diferentes longitudes. El blanco y el negro son los únicos colores de esta escultura.

El diseño parte de la creación de varias ondas conformadas de diferentes diámetros, que parecen ser más densas en la parte inferior. La varilla principal es de mayor grosor y longitud que las demás. El diámetro de las circunferencias articuladas en esa estructura decrece a medida que se alejan del punto donde la escultura se encuentra colgada. Ésta pende del techo, lo que permite que se den giros completos de 360°. Las ramificaciones que se encuentran adheridas a la estructura principal se pueden mover en un ángulo de 160°.

³⁷ Traducción:

Si es cierto que el escultor debería infundir movimiento a la materia estática, entonces sería un error en asociar el arte de Calder con el de un escultor. Calder no sugiere movimiento, él lo captura.
SARTRE, Jean-Paul. *“Les Mobiles des Calder” de Alexander Calder: Mobiles, Stables, Constellations*. Paris: Galerie Louis Carré, 1946-

- **Estábil con hoja horizontal**



38

Alexander Calder
Estábil con hoja horizontal
1955
Escultura cinética en hierro bicromado
276x308,5x183cm
Sala de exposición de la Facultad de
Arquitectura y Urbanismo. Universidad
Central de Venezuela.

La obra consta de tres secciones: una estable, una móvil y un eje central.

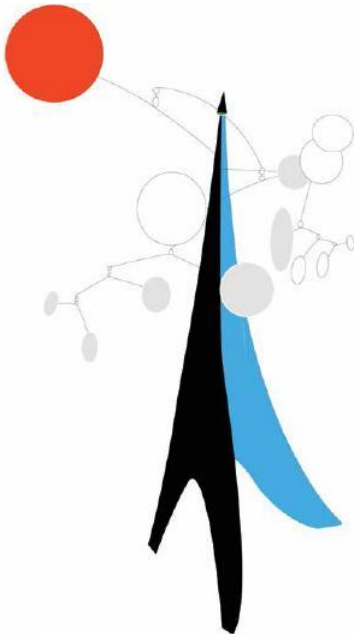
La sección *estable*, tal como el nombre lo indica, es la que le proporciona estabilidad a la obra. Ésta se encuentra conformada por tres planchas planas de diferentes colores: negro, amarillo y rojo, realizadas en hierro y soldadas a una base parecida a una pirámide con tres lados, pero cuyos extremos forman una ligera curva. La parte superior de cada plancha se une de modo que quedan ensambladas y es allí donde se inserta una varilla central de color rojo.

La sección móvil es la parte de la pieza que posee movimiento, estos cambios se dan impulsados por el viento como factor principal. Las varillas de hierro que se encuentran enganchadas entre sí y sujetas a la vara central como punto de apoyo, provocan que cinco figuras que se asemejan a hojas puntiagudas transiten al ritmo de las corrientes de aire.

³⁸ Imagen tomada del Catálogo de Restauración del Consejo de Preservación y Desarrollo. Ciudad Universitaria de Caracas

Cada una de estas figuras proporciona equilibrio a la obra. Su disposición se da a partir de varios elementos claves: el primero en el que se agrupan tres piezas, la siguiente al centro y la última en el extremo opuesto. Con respecto a los colores se puede decir que el trío de uno de los extremos posee en dos figuras amarillas y una negra. La hoja que se encuentra cerca del centro es amarilla y la del otro extremo roja. Así se encuentran tres sistemas que oscilan libremente. La sección central es el elemento ubicado hacia mitad de la pieza. Esta figura da la ilusión de estar suspendida. Se halla colocada en la parte en que sucede la intersección de la vara central con la base. Con el uso de un gancho se conecta mediante una sección central y se mantiene en suspensión haciendo equilibrio con una de las partes móviles que se encuentra en el extremo de la pieza de color negro y que contrasta con un punto de enganche que sobresale. Esta sección posee una forma indefinida con un espacio ahuecado y abstracto en donde se puede notar a la vara central surgiendo.

- **Estalagmita- Stalagmita**



Alexander Calder
Estalagmita- Stalagmita
1955

Escultura cinética en hierro policromada
206x221x154cm

Sala de exposición de la Facultad de
Arquitectura y Urbanismo. Universidad
Central de Venezuela.

39

La parte interior de esta obra consta de dos planchas de forma irregular y metálicas que están colocadas de manera que formen la base de la escultura. Una

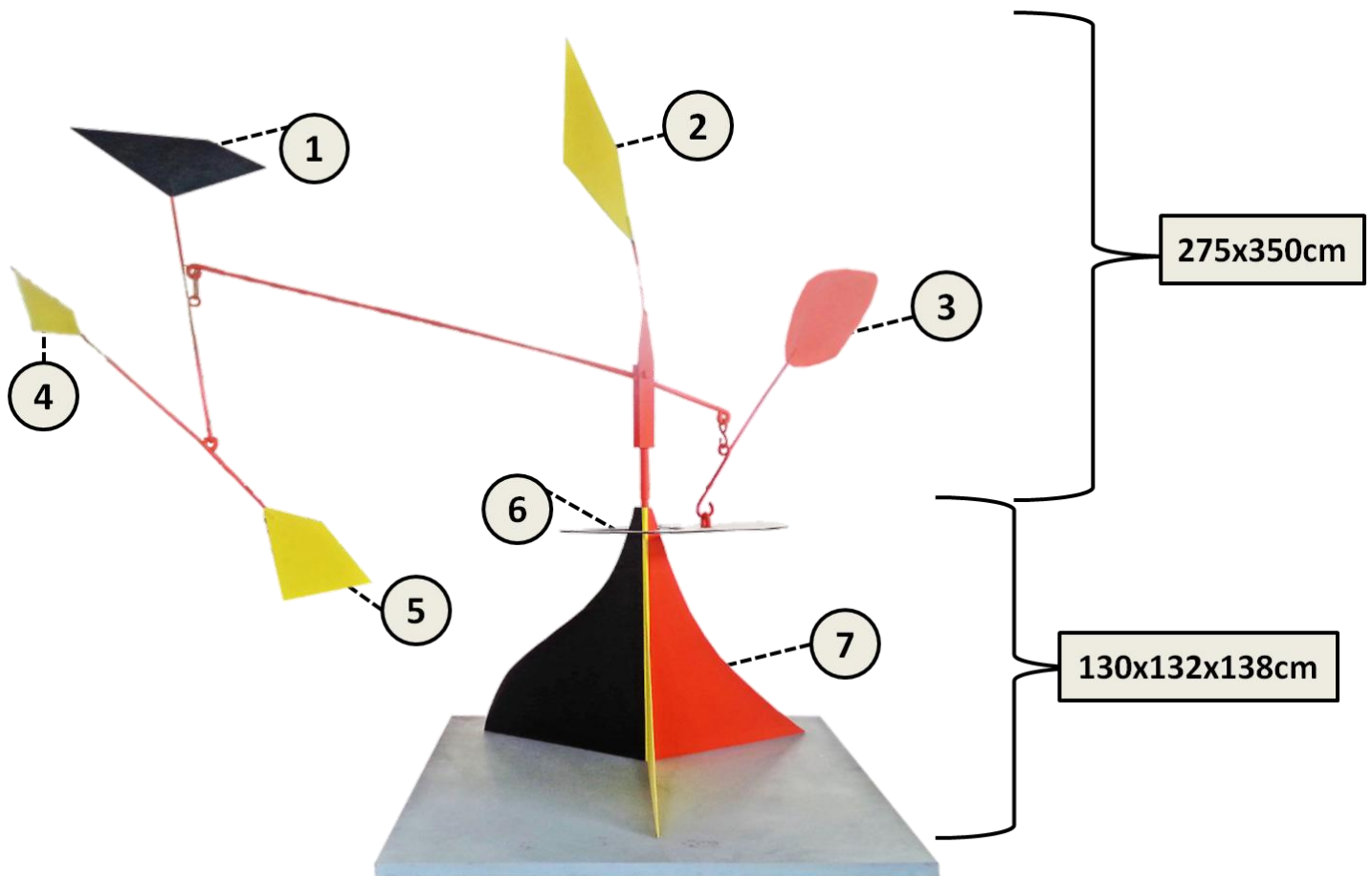
³⁹ Imagen tomada del Catálogo de Restauración del Consejo de Preservación y Desarrollo. Ciudad Universitaria de Caracas

de las planchas es bicolor (azul y roja) y la que posee dos elementos que le sirven de soporte, es negra. La parte superior columna de este armazón forma un ángulo obtuso.

La escultura está articulada por circunferencias metálicas de diferentes diámetros. Todas ellas de color blanco, a excepción de una roja que forma parte de las de mayor tamaño. Las circunferencias se encuentran entrelazadas y dispuestas en sus respectivos ritmos por medio de varas de metal que se enganchan entre sí con la finalidad de que exista el movimiento.

III.3: Análisis formal de las obras

- *Stabile con Hoja Horizontal*



- **Tipo**

Stabile con Hoja Horizontal, una escultura cinética, entra dentro de la categoría de stabile y móvil, pues consta de varias piezas que favorecen el movimiento.

- **Procedimientos técnicos**

La obra está conformada por planchas, varillas y tubos metálicos de hierro ensamblados mediante una soldadura convencional y varios ganchos dispuestos para suspender las planchas principales.

- **Procedimientos expresivos plásticos**

- **Calidad táctil:** La superficie de la escultura es lisa y no posee secciones texturadas.
- **Composición:** La obra está compuesta por siete elementos principales y tres de unión. Los elementos principales los conforman las siete planchas de hierro de las cuales cuatro se hallan suspendidas y en movimiento. La base de la escultura en forma de triángulo es una de las estructuras principales de la obra, está compuesta por dos planchas de hierro que sostienen al ensamble de tubos, varillas y planchas. Un tubo principal funciona como centro para equilibrar a la pieza. Con la disposición estratégica de tornillos y ganchos quedan en suspensión seis planchas principales, cinco de ellas con movimiento.





- **Proporción:**

La obra es asimétrica y su carácter cinético da como resultado diversas fachadas. La base triangular mide 130x132x138cm y la estructura superior cinética y en suspensión 275x350cm.

- **Color**

La obra está pintada de colores primarios de tonos semejantes a los de las pinturas de Joan Miró. La base es de color negro, amarillo y rojo. La plancha que se encuentra suspendida y en intersección en el centro de la pieza es de color negro. Los cuatro

elementos móviles están distribuidos de la siguiente manera: tres amarillos, uno rojo y otro negro. Los tubos, ganchos y tornillos pintados de color rojo.

ELEMENTOS PRINCIPALES		
Planchas móviles	Plancha en suspensión	Planchas bases
① ② ③ ④ ⑤	⑥	⑦
		
ELEMENTOS DE UNIÓN		
Tornillos, tuercas, gancho en "S" y varas metálicas.		
		

- **Expresión**

La escultura sigue un ritmo que depende del ambiente en el cual se encuentre en exhibición, en específico, va al ritmo de la brisa que llegue a la estructura ubicada en la parte superior de la obra. Se puede decir que la parte inferior de la escultura que configura el soporte, se halla en reposo.

- **Iluminación**

La iluminación, para *Stabile con Hoja Horizontal y Estalagmita*, puede ser natural o artificial dependiendo del lugar donde se encuentre en exhibición. Actualmente se halla en un ambiente techado, pero en gran parte del día cuenta con la iluminación natural. Esto se

debe a que la estructura de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV contiene un muro calado y diversas ventanas que permiten el acceso directo de luz natural en el lugar de exhibición. En la tarde y noche la facultad habilita el sistema de iluminación de esta área que cuenta con diversas luminarias de techo de tonalidades blancas y amarillas.

Esculturas con luz natural

La fuente principal de luz proviene de la de la parte superior del espacio y rodea a la obra casi equitativamente.



Ilustración 48



Ilustración 49

Esculturas con luz artificial

La fuente principal de luz proviene de la de la parte superior de la obra, de bombillos con tonalidades amarillentas y blancos ubicados en el techo.

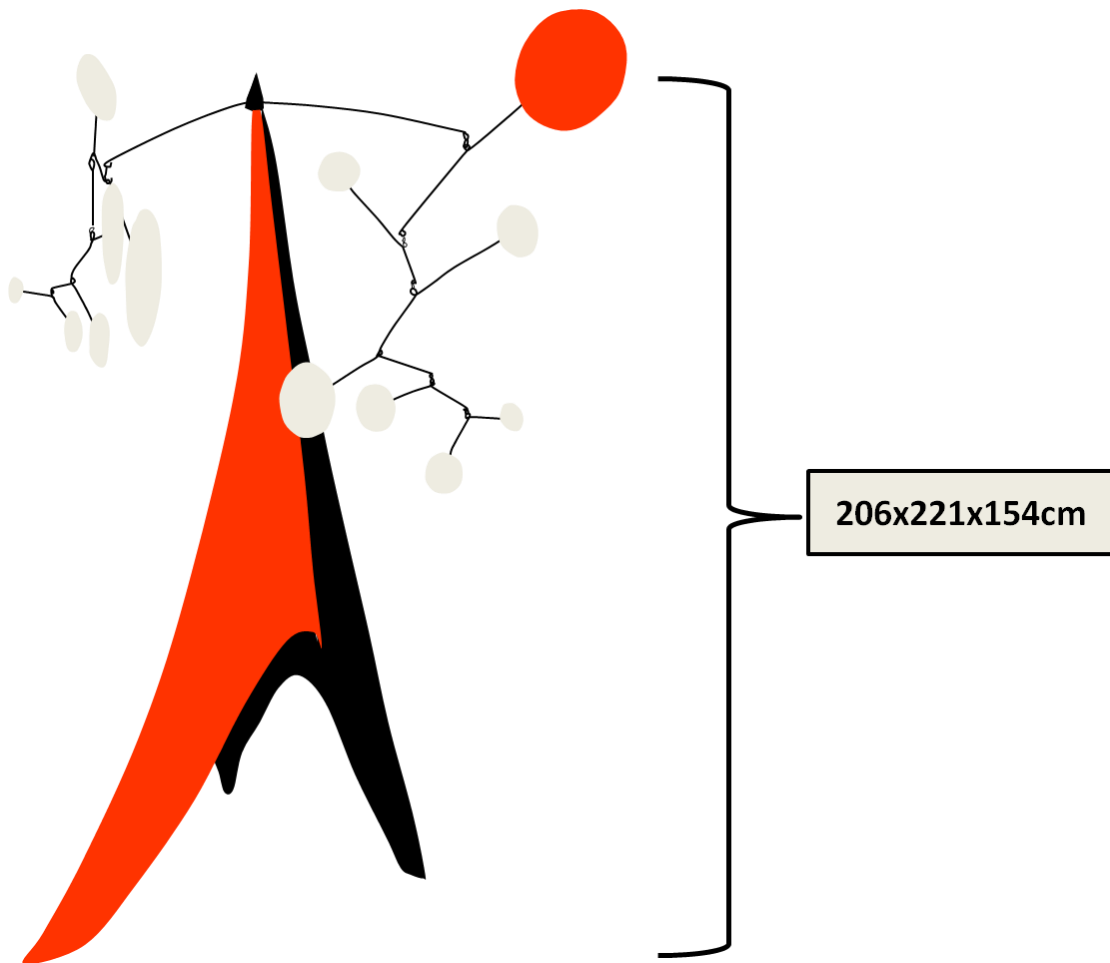


Ilustración 50



Ilustración 51

- **Estalagmita**

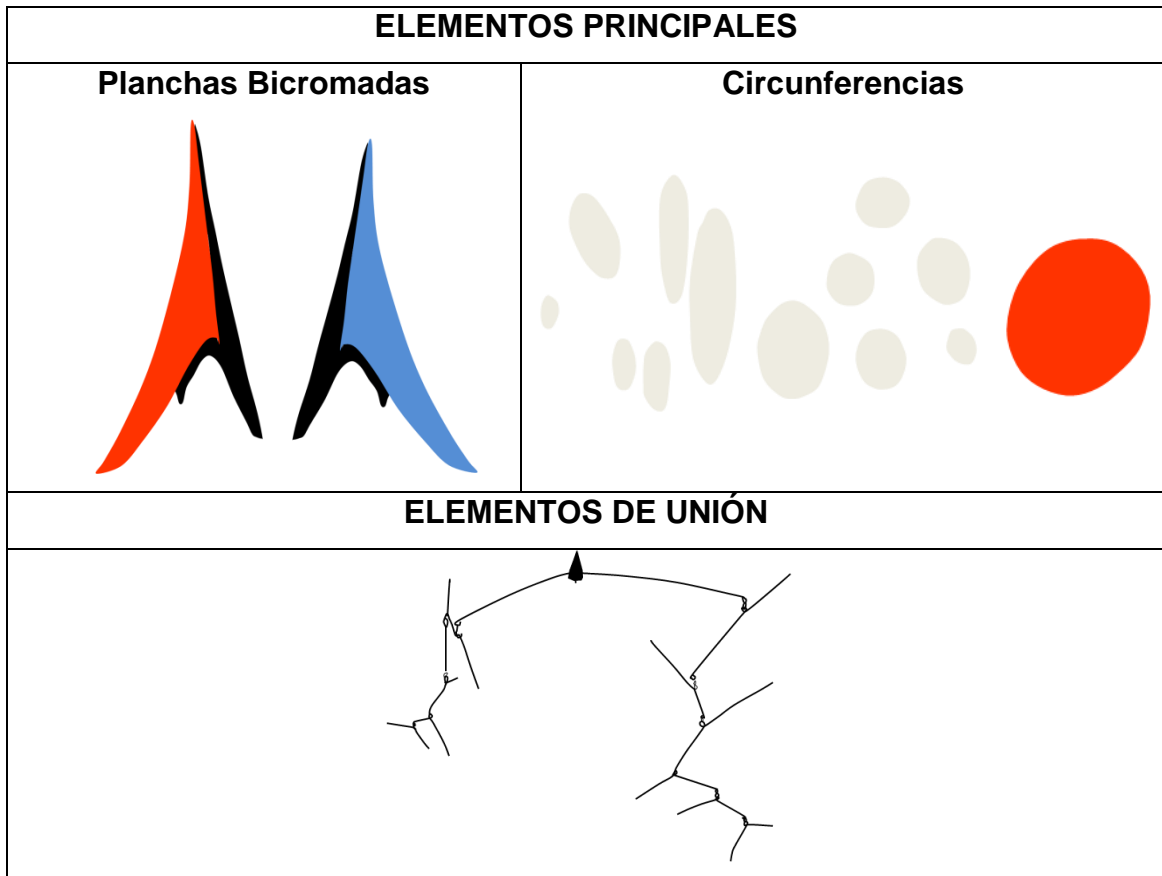


- **Tipo:**

Escultura cinética que se inscribe dentro de la categoría de stabile, por su pieza principal, y una estructura en movimiento.

- **Procedimientos técnicos:**

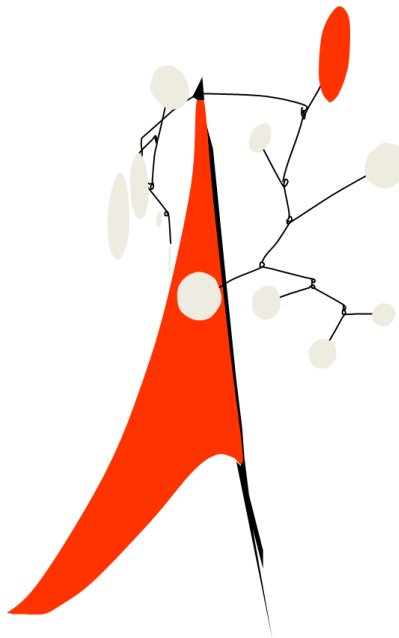
La escultura está conformada por láminas, varillas y circunferencias metálicas. Las planchas se hallan soldadas de tal forma que proporcionan suficiente estabilidad para mantener a la obra de pie. Las circunferencias, de diferentes diámetros, se entrelazan y se enganchan entre sí mediante varas de metal, componente que propicia el movimiento de la estructura superior.



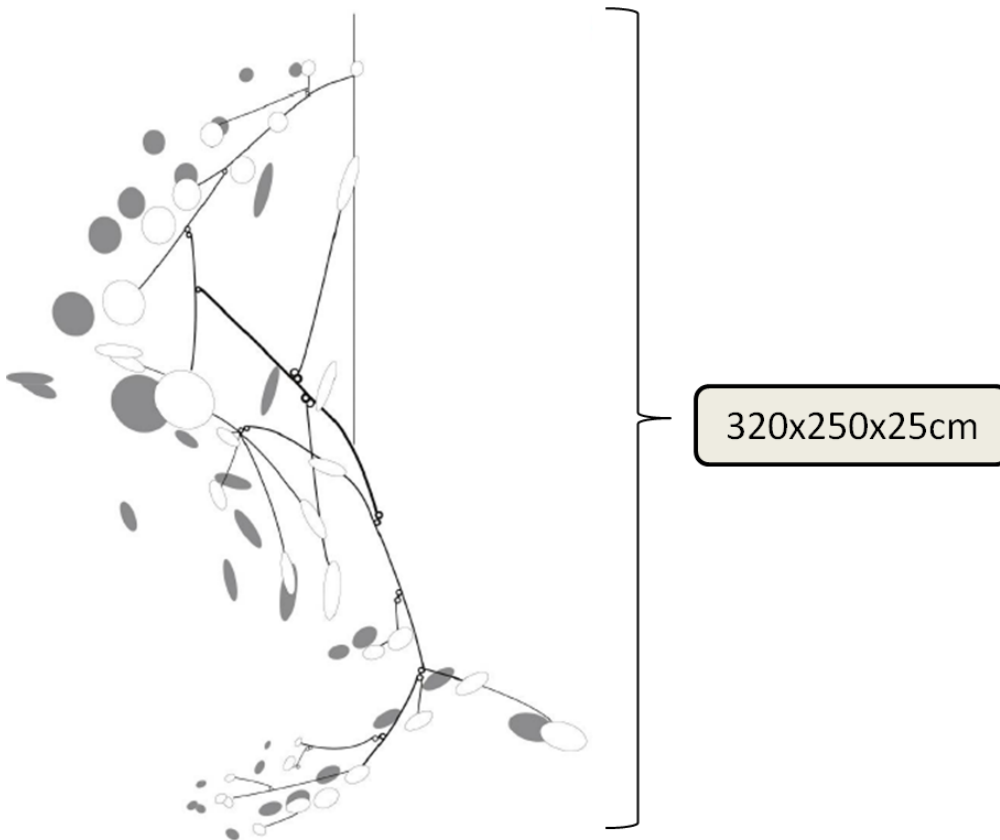
- **Procedimientos expresivos plásticos:**

- **Calidad táctil:** La superficie de la obra es lisa, se percibe un ligero relieve en las circunferencias en el punto de unión de las varas metálicas con las formas esféricas.
- **Composición:** La obra está compuesta por trece elementos móviles dispuestos a modo de ramificación con varas de hierro y ubicadas en la parte superior de la escultura. El elemento principal sostiene a la estructura móvil y consiste en tres láminas unidas de tal forma que el lado de una se une al centro de otra creando un elemento piramidal con ángulo superior obtuso. Las circunferencias móviles se encuentran orbitando alrededor de la obra al mismo nivel resalta la de mayor diámetro ubicada por encima del nivel de la pieza principal.

- **Proporción:** *Estalagmita* es una obra asimétrica cuyos elementos móviles son circunferencias perfectas. Las dimensiones totales de la escultura son 206x221x154cm. La pieza principal ocupa casi todo el espacio de la obra ya que el conjunto que se mueve se encuentra orbitando a la base piramidal.
- **Color:** La escultura es policromada, sus colores principales son azul, negro, blanco y rojo. Doce de las trece circunferencias móviles son de color blanco y la de mayor diámetro es de color rojo. Un pequeño triángulo negro se encuentra en la punta de la base piramidal. Una de las planchas que conforman la estructura stabile es bicromada, de color azul y rojo, y la del centro es negra. Desde la vista que se estudiará a la obra, la fachada izquierda es visible la plancha azul y desde la derecha la roja. Todas las varas y ganchos de unión son de color negro.
- **Expresión:** La obra no posee tensión en sus movimientos. El ritmo que sigue la estructura móvil va de acuerdo con la brisa que le pegue directamente a la obra. Debido al sistema ramificado de las circunferencias, cada grupo posee un movimiento en órbita independiente.



- **Ráfaga de Nieve**



(Imagen tomada del Catálogo de Restauración del Consejo de Preservación y Desarrollo. Ciudad Universitaria de Caracas)

- **Tipo:**

Ráfaga de Nieve es una escultura cinética bicromada que entra dentro de la categoría de mobile. La obra pende sobre el techo de la Sala de Lectura de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV.

- **Procedimientos técnicos:**

Las circunferencias de distintos diámetros se encuentran unidas a diversas varas de metal, a modo de ramificación, para formar los diferentes conjuntos, que en estructura piramidal, forman la escultura.

Las varas quedan incrustadas en las láminas circulares de metal para lograr el ensamble. Para alcanzar la movilidad de cada conjunto que compone la obra, las varillas se unen entre sí mediante ganchos o rizados metálicos que proporcionan un movimiento individual a las piezas.



Ilustración 52

- Procedimientos expresivos plásticos:

○ **Calidad táctil:**

El móvil posee una superficie lisa en la cual sólo resalta una pequeña protuberancia en un extremo de las circunferencias, que no se percibe a distancia, que señala el punto de unión entre los discos metálicos y las varas de ensamble.



Detalle de unión entre los discos y las varas durante el proceso de restauración de la obra.

(Imagen tomada del Catálogo de Restauración del Consejo de Preservación y Desarrollo. Ciudad Universitaria de Caracas)

Detrás de uno de los discos de mayor tamaño se encuentra la firma del autor, Alexander Calder, denotando su título en inglés, *Snow Flurry*, firma y año de elaboración.



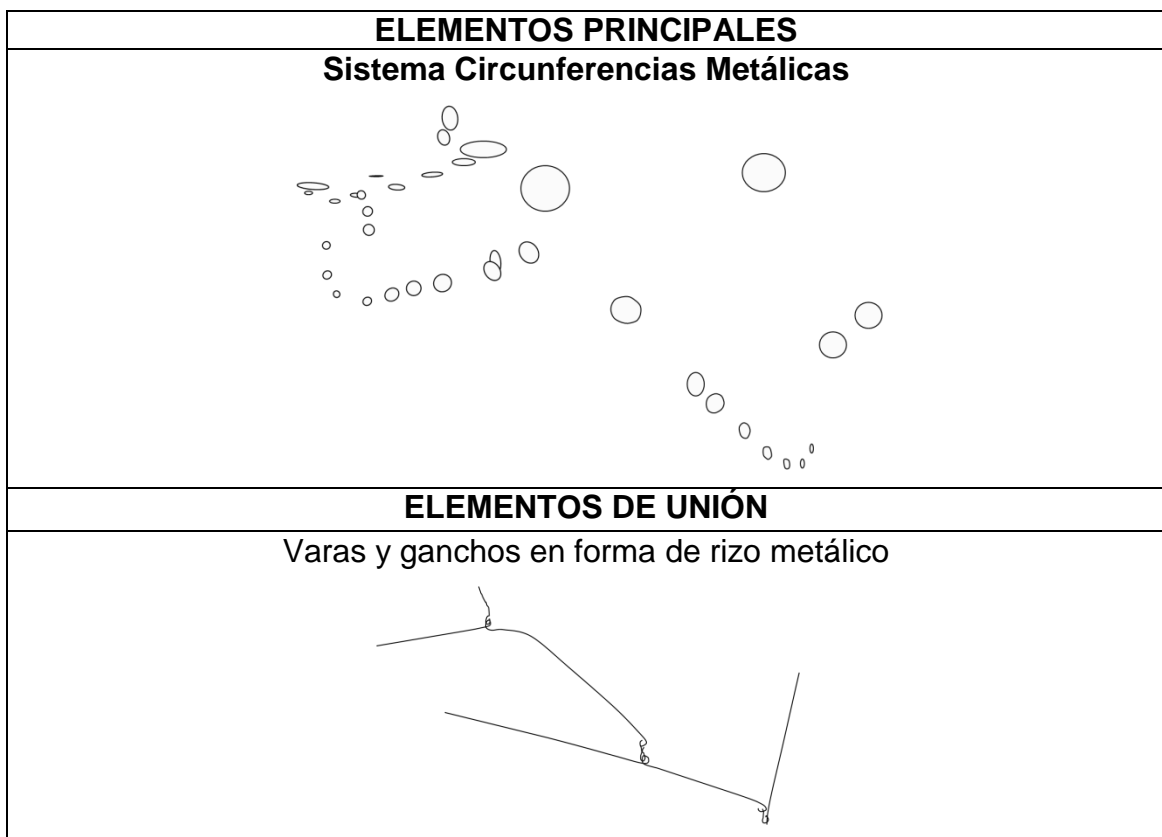
Detalle de la firma de la obra durante el proceso de restauración de la obra.

(Imagen tomada del Catálogo de Restauración del Consejo de Preservación y Desarrollo. Ciudad Universitaria de Caracas)

- **Composición:**

Ráfaga de Nieve es un móvil que se encuentra compuesto por un diversos discos metálicos unidos a varillas de metal. La obra pende sobre el techo en un punto específico, su punto de gravedad y equilibrio, y todos los demás sistemas que componen la forma piramidal de la obra se encuentran en constante movimiento.

La obra en su totalidad puede realizar movimientos circulares de 360 grados, pero sus sistemas individuales, debido a la unión entre las varas y los ganchos de unión, sólo pueden orbitar 160 grados.



- **Proporción:**

Tomando la mitad de la obra como su centro de gravedad se puede denotar que las circunferencias metálicas decrecen su diámetro a medida que se alejan de esta zona. Es decir, entre más cerca estén los elementos principales de donde cuelga la obra, mayor diámetro.

La vara principal de donde pende la obra es de mayor grosor que las varas que unen cada sistema que gira 160°. La obra en su totalidad posee las siguientes dimensiones: 320x250x25cm.

○ **Color:**

Las circunferencias metálicas que conforman la obra están pintadas de color blanco. Sus elementos de unión, varas y ganchos, son de color negro sin importar su grosor.

○ **Expresión:**

El móvil posee diferentes ritmos ya que se encuentra completamente expuesto a corrientes directas de aire. Como se mencionó anteriormente, al mismo tiempo que la obra puede girar 360°, cada sistema individual lo hace a 160°. Esto le otorga a la obra la posibilidad de constante transformación.

Su movimiento sugiere el caer de los copos de nieve en una ventisca, por lo que se mueve de forma muy pausada y elegante. El sentido en que la obra gira varía dependiendo de la dirección de las corrientes de aire soplen. Con respecto a figuras reconocibles en el movimiento de la escultura se puede señalar a las circunferencias, curvas cortas y espirales.

Alexander Calder realizó varios móviles titulados *Ráfaga de Nieve*, uno de los cuales se exhibe en el MOMA, y todos poseen pocas diferencias entre sí. La expresión de estas obras es prácticamente la misma pues el principio a partir del cual se diseñaron es similar, como si formaran parte de una misma colección. A pesar de estar relacionados primariamente con su título, y en efecto se puede asimilar la obra como un caer de copos de nieve ya que a distancia sus elementos de unión no son visibles y pareciera que estuviesen flotando, también se le podría dar una interpretación musical. La música posee diversos ritmos y pasajes mediante los cuales se puede lograr hacer una conexión y concebir a la escultura como una partitura

musical. El hijo del escultor expresó acerca de uno de estos móviles en una entrevista en la Fundación Beyeler en el 2012 que:

“You’ll see that the movement of the mobile is gesture, of course, it’s gesture before abstract expressionism. It is all about gesture. If you start to study the assembly of the sculpture, you see the white disks, the different scales (...) but then if you really look how they are assembled and the sequence of them, there is 1, 2, 2, 1 (at the lower section) and it goes on. Then it goes 1, 2, 2, 1, 1, 1, 1, 1, three lower, two upper. And if you start to follow it, it’s almost like conducting a piece of music, Calder is very related to music. He is very related to rhythm, all his obsession with jazz, the harmonies of life and life cycles, the spirals, there are lots of spirals in this work.”⁴⁰

En el móvil que se exhibe en la UCV es posible señalar tres pasajes principales pertenecientes a los sistemas individuales que forman a la obra. Mediante su observación se le podría atribuir diferentes tempos a cada uno. El pasaje que se encuentra en la parte inferior parece tener un carácter *Allegretto*, es decir, un poco animado y más rápido que los otros dos. El pasaje del medio podría ser *Moderato*, por lo que su ritmo es constante y tranquilo. Por último el superior se le puede comparar con *Andante*, ya que sigue un paso tranquilo pero constante.

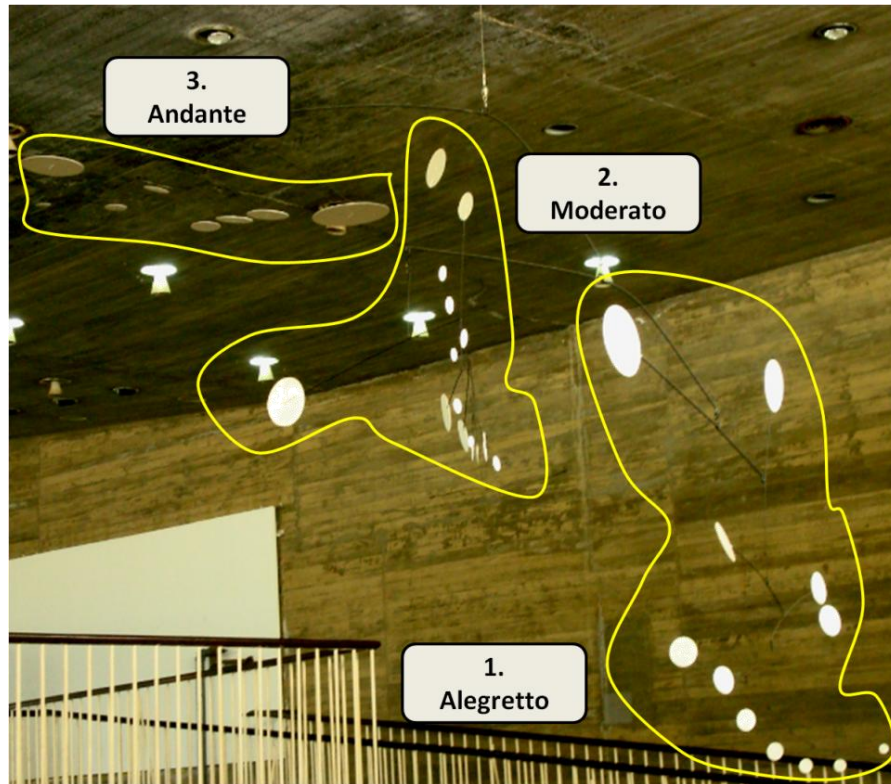
⁴⁰ Traducción:

“Verá que el movimiento del móvil se basa en la expresión, por supuesto, es expresión antes que expresionismo abstracto. Es todo acerca de la expresión. Si comienza a estudiar el ensamblaje de la escultura, verá a los discos blancos, de diferentes escalas, pero si percibe como realmente están ensamblados y su secuencia, notará que están dispuestos en forma de 1,2,2,1 (en la parte inferior) y esto continúa. Luego va siendo 1, 2, 2, 1, 1, 1, 1, 1, tres inferiores y tres superiores. Si comienza a seguirlo, es casi como estar conduciendo una pieza musical, Calder estaba muy relacionado con la música. Está muy relacionado con el ritmo, tenía una obsesión por el jazz, las armonías de la vida, ciclos de la vida... Las espirales, existen muchas espirales en este trabajo.”

Alexander Calder en la Fundación Beyeler y Art Basel. Miami Beach 2012. 5 de Diciembre del 2012.

Video: Heinrich Schimdt

www.vernissage.tv



○ **Iluminación:**

El color de las circunferencias así como la ubicación del móvil condicionan de algún modo la percepción de la pieza, así, cuando la escultura se aprecia a contraluz resalta más debido a su movimiento. De encontrarse a menos altura se notaría su proyección en sombras cuando la luz le llegase directamente.

La luz que ilumina la escultura es, regularmente, natural ya que proviene directamente del muro calado de una de las fachadas del edificio, así como de las ventanas que la rodean; sin embargo, a cierta hora del día, además de estas fuentes de luz se suman la de las luminarias ubicadas en el techo de la sala. La escultura se distingue con mayor facilidad de noche, ya que la ausencia de la luz natural evita que el que observa se “encandile” y el color blanco de las circunferencias se difumine. A horas de la noche, mediante luz artificial, solamente queda iluminado el móvil

III.4: Análisis áureo de las obras

El presente subcapítulo tiene como finalidad comprobar, tal como enuncia la hipótesis de este Trabajo de Grado, la presencia de la proporción áurea en las obras de Alexander Calder utilizando figuras específicas que poseen la fórmula de la belleza, las cuales se describieron e investigaron en el Capítulo I. El análisis siguiente posee un perfil geométrico.

Las figuras áureas que se utilizarán para estudiar las esculturas fueron construidas digitalmente a partir de un software especializado con el fin de asegurar que contengan las debidas proporciones áureas y relaciones con la serie Fibonacci. Previamente se hicieron bocetos y posibles propuestas a mano para luego confirmarlas mediante un método fiable.



El software recibe el nombre de *PhiMatrix* y es un programa de diseño y análisis el cual permite el acceso a varias herramientas para descomponer una imagen a juicio de su usuario. Su creador, Gary B. Meisner, tuvo contacto con el número Fi y con la teoría divina muchos años antes de que decidiera crear el software, de igual forma se le atribuye la autoría de una de las páginas web más visitadas y conocidas enfocada en torno a la proporción áurea y su aplicación en el mundo.

My goal is to help you better appreciate the beauty and design in the world around you, and to apply the same principles of design found in nature in any of your own creative pursuits. I love both, the arts and sciences, but am more gifted in the analytic, left-brained side than in innate right-brain artistic

*skills. Conversely, many creative artistic types are often not as strong in mathematics. PhiMatrix is my “work of art” (...)*⁴¹

Gary B. Meisner

El proyecto comenzó en el año 1997 y finalmente se completó en el 2004. Poco a poco Phimatrix se ha ido actualizando hasta llegar a su versión actual que posee todo tipo de figuras áureas, plantillas con proporciones divinas, espirales áureas y cuadrículas que corresponden a la serie Fibonacci. Esta herramienta es utilizada actualmente con abundancia por diseñadores para sus páginas web y fotógrafos para componer proporcionalmente sus fotos. Phimatrix posee una doble funcionalidad, diseñar y analizar. Se usó desde un punto de vista analítico.

Una gran ventaja de usar este programa fue que sin temor a errores de cálculo permitió permanecer dentro de las proporciones de Φ y explorar varias perspectivas al momento de analizar las esculturas.

Otro punto en este subcapítulo que es importante resaltar es que, tratándose de esculturas cinéticas, ¿cómo se eligieron las fotos a analizar? Cabe destacar que por el hecho de que las esculturas se mueven parcial o totalmente, al momento del análisis existen diversas posibilidades de estudio. Tantas perspectivas dan la impresión de como si de múltiples obras se trataran.

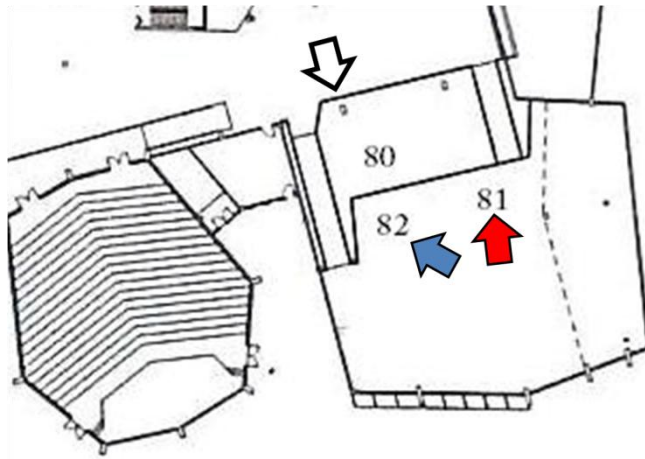
Para esta selección se tomaron en cuenta los diferentes puntos de vista que puede poseer el espectador de la obra. Se visitó la sala de exposición y la sala de lectura de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV en diversas ocasiones para observar el comportamiento de aquellos que admiraran las obras. En base a esto, se seleccionó el punto de vista que parecía ser el más común para cada obra.

⁴¹ Traducción:

Mi meta es ayudar a apreciar la belleza y el diseño del mundo que nos rodea, y aplicar los mismos principios de diseño que se encuentran en la naturaleza a tus trabajos creativos. Amo ambos, las artes y las ciencias, pero he sido más dotado en la parte analítica y la parte izquierda del cerebro que en la parte derecha que contiene destrezas artísticas. Al contrario, los de tipo creativo-artístico, no son tan fuertes en las matemáticas. Phimatrix es mi “obra de arte” (...)

- Gary B. Meisner

Plano del espacio



80: Ráfaga de Nieve ↑



Ilustración 53

81: Stabile con Hoja Horizontal ↑



Ilustración 54

82: Estalagmita

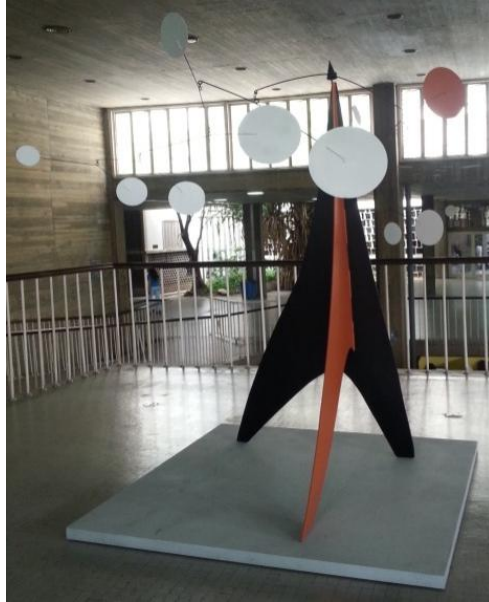


Ilustración 55

Análisis geométrico áureo

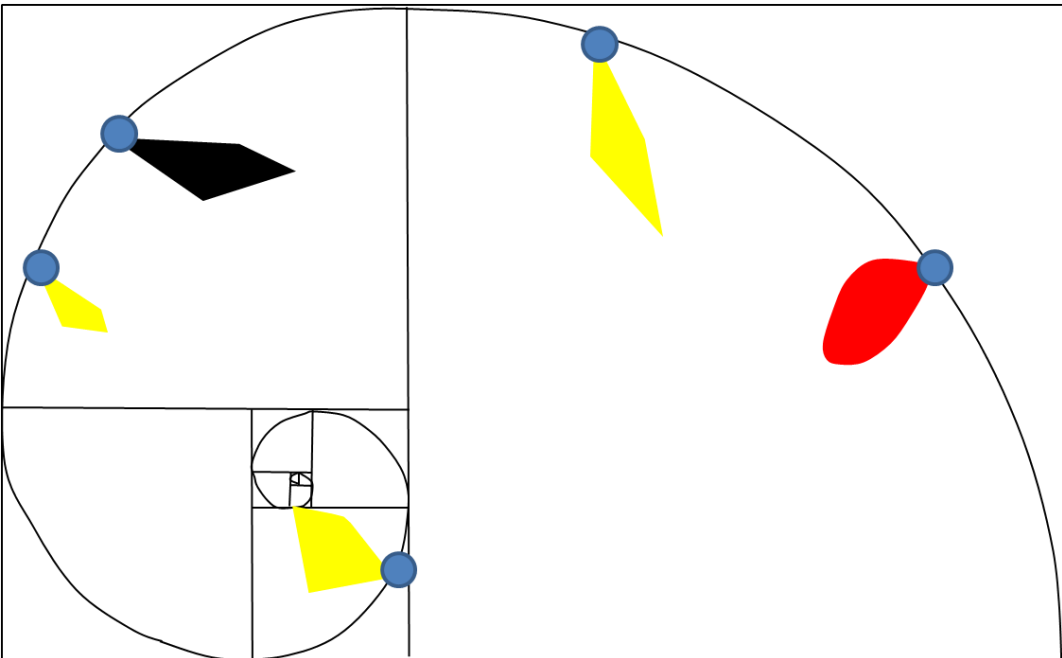
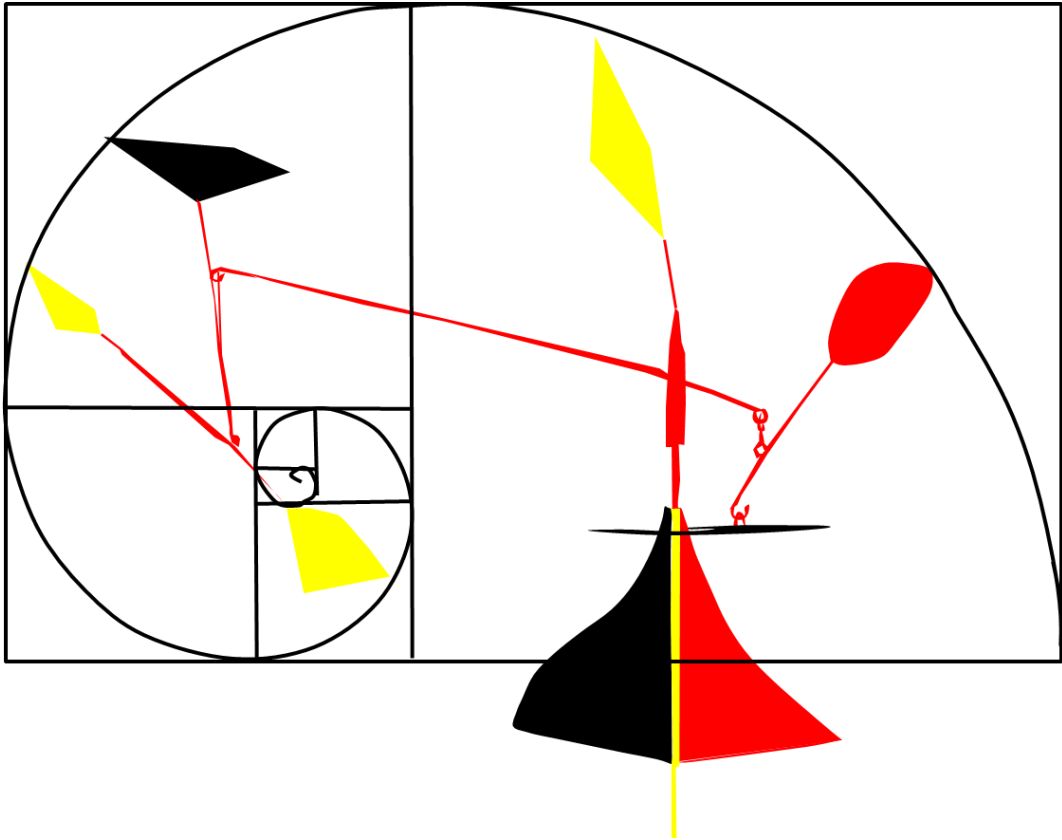
Stabile con Hoja Horizontal

Estábil con Hoja Horizontal es un stabile que posee una pieza dispuesta horizontalmente que a su vez se encuentra enganchada a la parte móvil de la escultura. Al observar estas obras existen ciertos elementos que resaltan, y en el caso de este stabile las cinco piezas móviles que se encuentran en los extremos de la obra son el foco principal de atención para el espectador.

Para el primer análisis geométrico se tomó como base una fotografía en la cual la escultura se percibe como totalidad. Al observar los diferentes ritmos en los cuales la obra se mueve, se puede hallar cierto patrón de curvas en sus planchas móviles. Por esta razón se tomó a una de las figuras áureas más representativas, la espiral áurea, para así compararla con la figura imaginaria que forman las planchas.

Al usar Phimatrix se puede observar que los extremos de las cinco planchas móviles parecen coincidir con la curva de la espiral áurea.





Los círculos azules de la figura anterior indican en qué punto rozan las planchas de colores con los extremos de la espiral áurea. Todas, sin excepción, tocan la recta que forma a la figura. El ritmo en el que se mueve la obra parece tener a la curva áurea como guía. El rectángulo áureo se trazó de forma horizontal con sentido de izquierda a derecha para crear la espiral. De igual forma, observando el análisis transformado en segmento, se puede comparar su estética con uno de los bocetos que realizó Alexander Calder en 1952 para el *Aula Magna de la Universidad Central de Venezuela*.

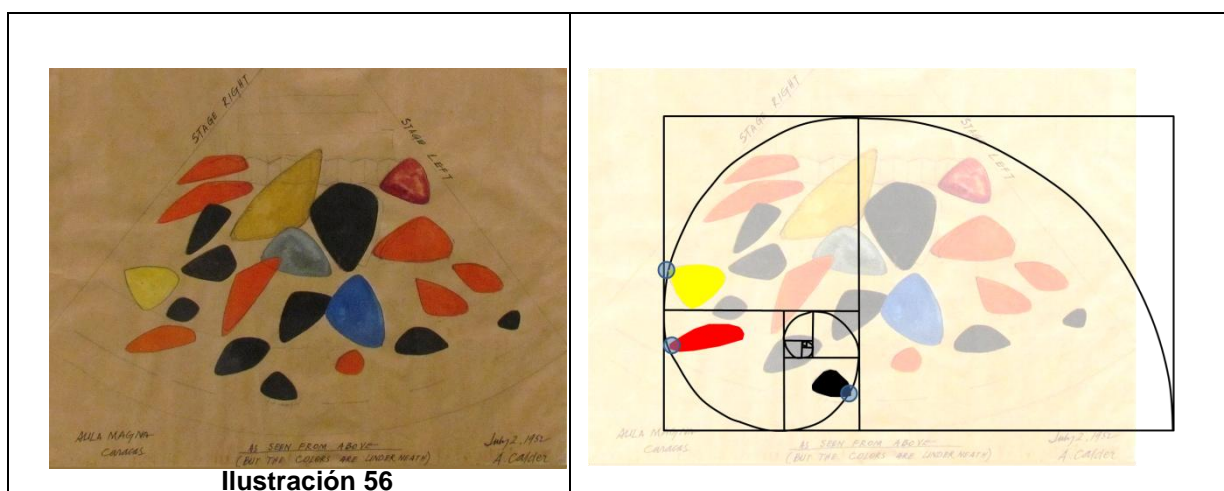
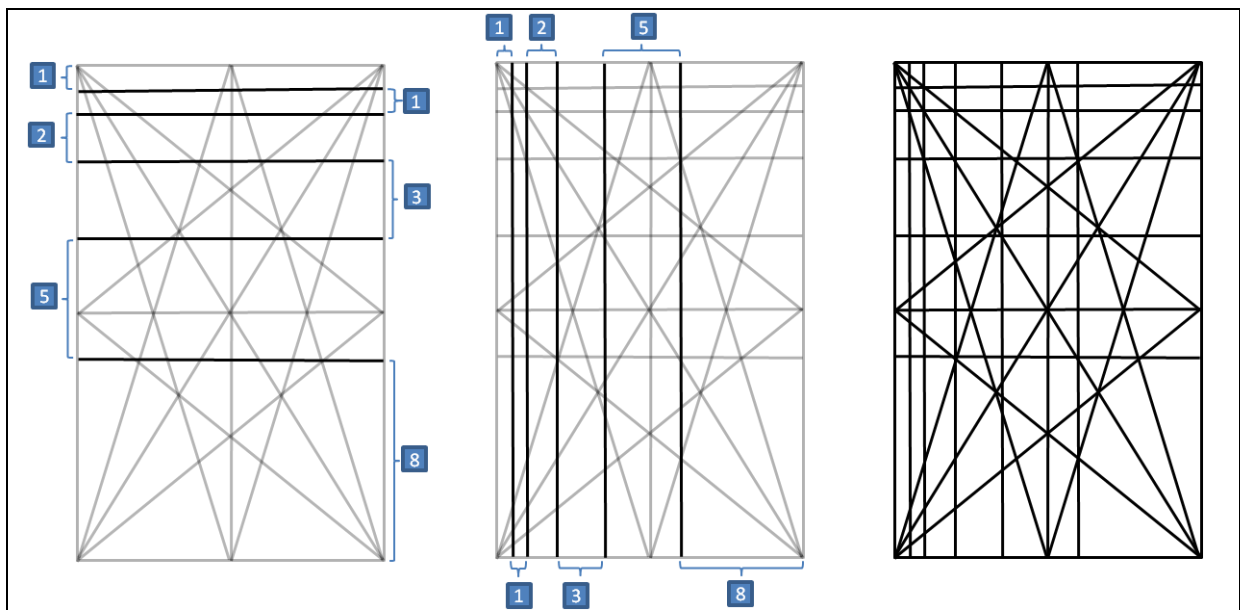
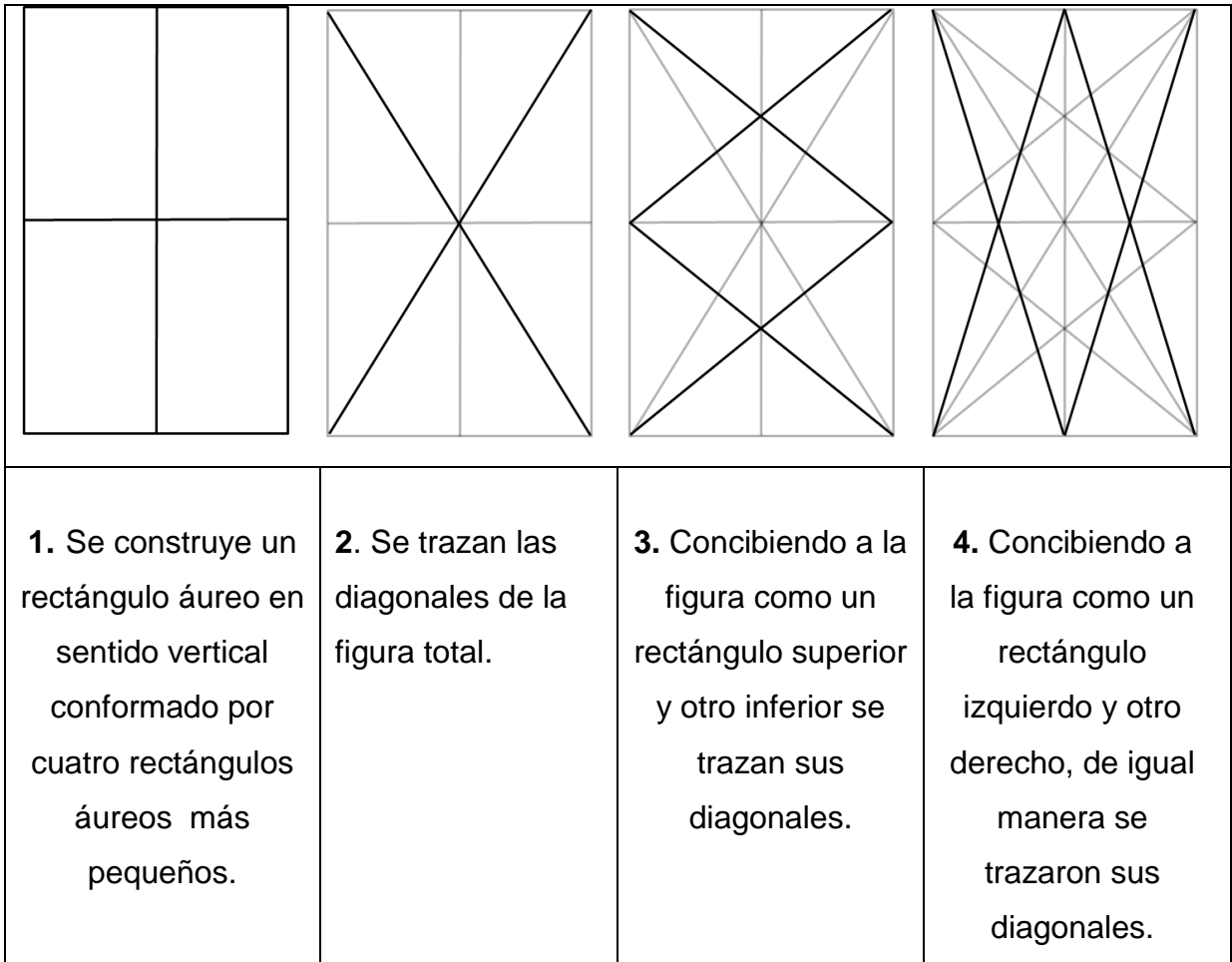


Ilustración 56

Se realizó el análisis con la espiral áurea al plano y dio como resultado que tres de las inmensas nubes que conforman el complejo rozan con la recta curva de la figura divina. Si se observan a esta escala, dichos elementos poseen una distancia similar entre sí a las primeras tres planchas del lado izquierdo de *Stabile con Hoja Horizontal*.

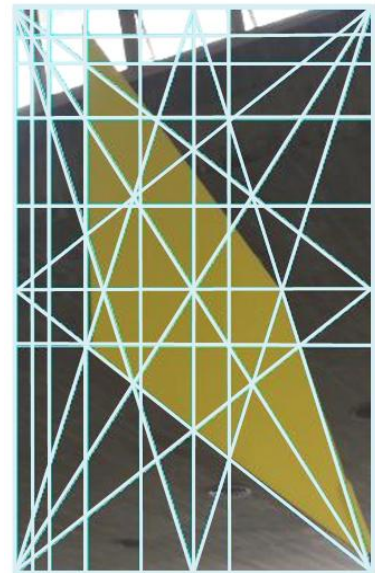
Se seleccionaron una de las planchas móviles para analizar desde el perfil áureo individual. Para observar un resultado específico se diseñó una plantilla áurea. Todas las proporciones y relaciones en esta plantilla son áureas, conteniendo en ella el número áureo y relación con la serie Fibonacci. Posteriormente a la construcción de la plantilla se confirmaron los valores con Phimatrix.

Estos fueron los pasos que se siguieron para lograrlo sobre la imagen seleccionada:

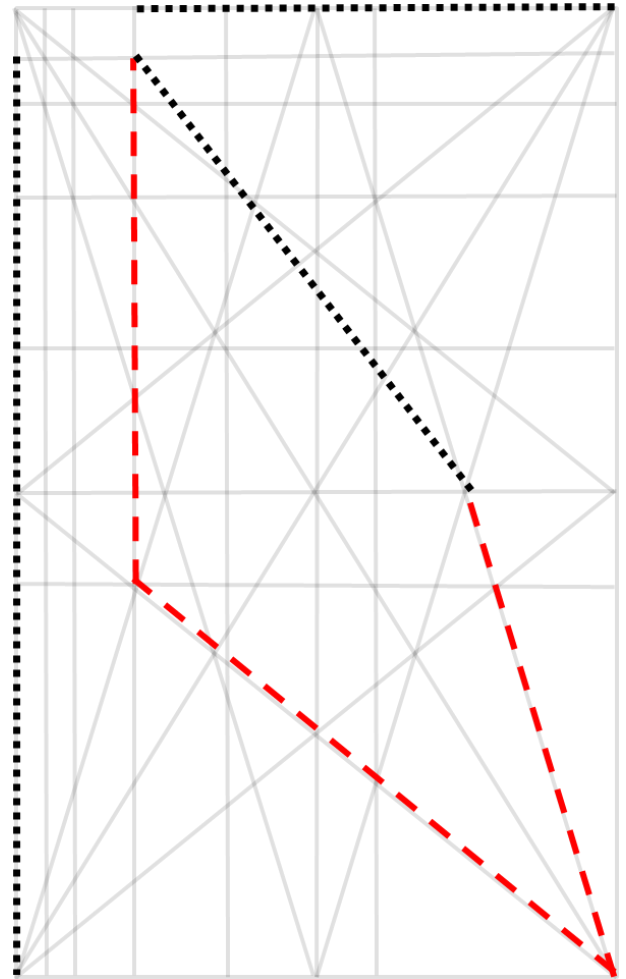
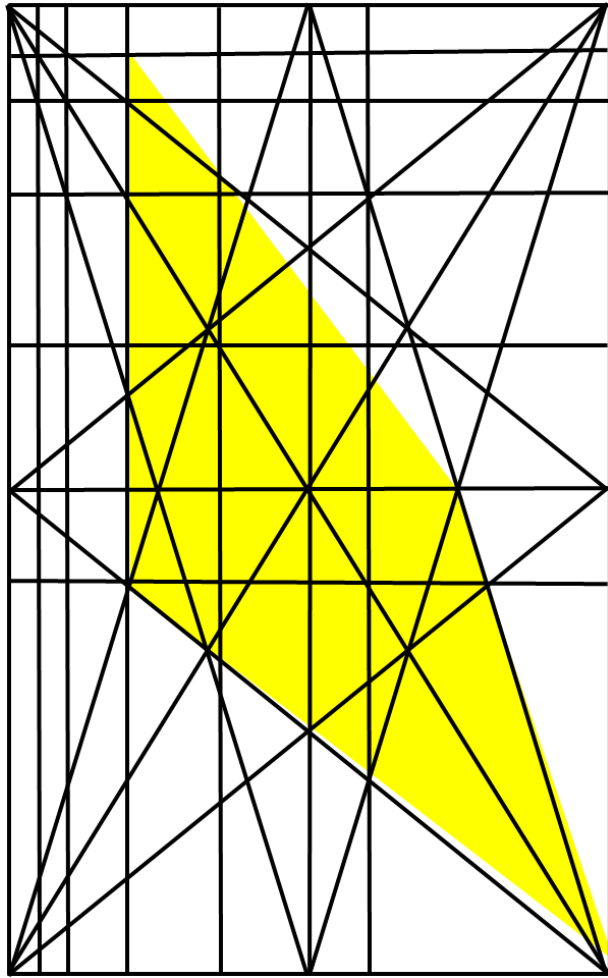


<p>5. Se dividió de forma horizontal la plantilla, cuyas magnitudes se decidieron tomando como referencia la proporción de la serie Fibonacci 1, 1, 2, 3, 5, 8, respectivamente para cortar horizontalmente el rectángulo áureo más grande.</p>	<p>6. Se repitió el paso anterior pero de manera vertical, siguiendo el mismo patrón de la serie.</p>	<p>7. El resultado final es una plantilla con proporciones áureas. Ésta se construyó sobre la foto de la pieza la cual se analizó para tener una mejor idea de la naturaleza de sus diagonales.</p>
---	--	--

El paso final fue confirmar este análisis geométrico con el software de análisis:

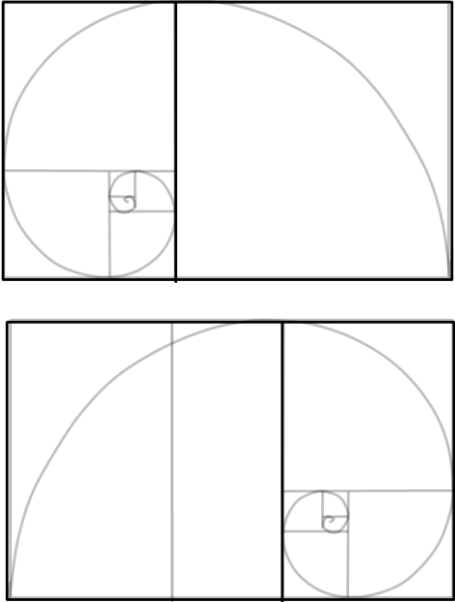
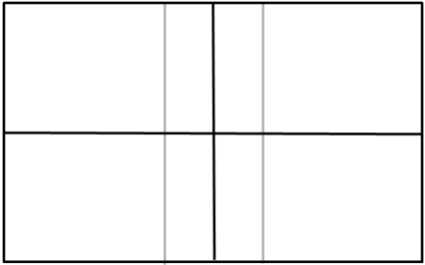
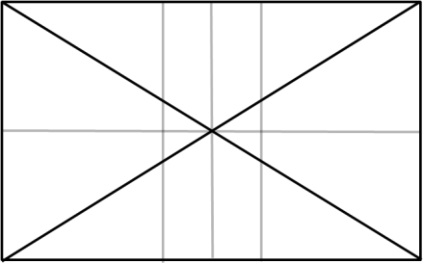
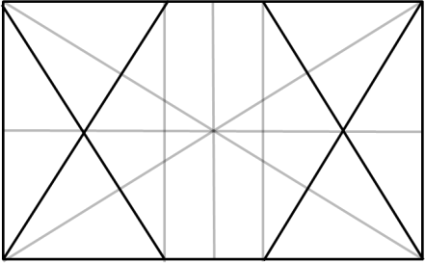


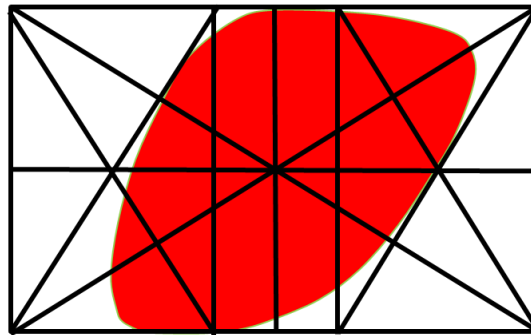
Al confirmar sus proporciones se procedió a señalar cuáles partes de la figura coincidían con la plantilla y contenían proporciones áureas:



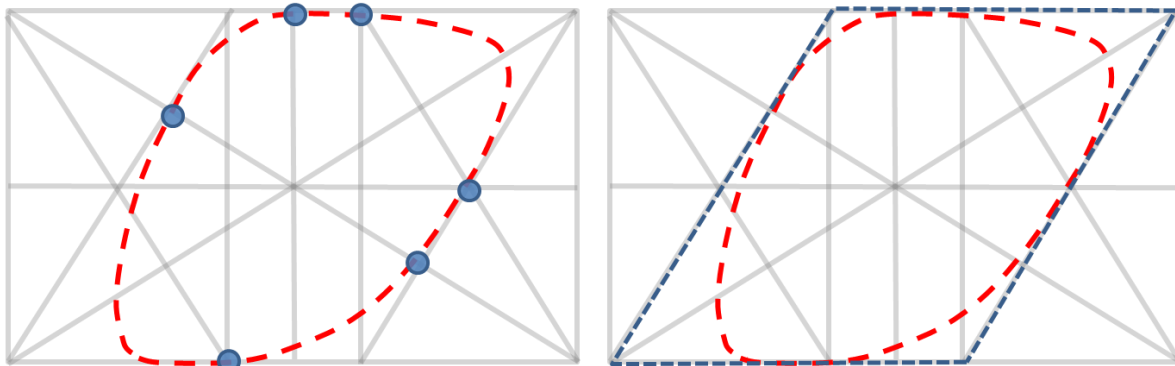
Cuando se aplicó la plantilla a la fotografía de la plancha amarilla se observó que existen varios puntos en los cuales ésta coincide con intersecciones y segmentos específicos de la obra. Tres de los cuatro lados (marcados en color rojo) coinciden de forma perfecta con las diagonales trazadas en la plantilla áurea. El lado restante no coincide con rectas tangibles pero sí con una virtual que se puede crear uniendo los dos puntos que quedan abiertos. El ancho y largo de la plancha coincide con las líneas que se trazaron en proporción a la serie Fibonacci.

A continuación se seleccionó otra de las planchas principales de la escultura para realizar un análisis, la de color rojo ubicada del lado derecho de la fachada que se eligió para estudiar. En este caso se diseñó una plantilla diferente y con una orientación distinta. Para construirla se siguieron los siguientes los siguientes pasos:

	<p>1. Partiendo de un rectángulo áureo cuya orientación es horizontal con la espiral áurea reproduciéndose de izquierda a derecha, se traza una recta indicando la primera división áurea del rectángulo más grande. Se repite este mismo procedimiento pero con la espiral creciendo de derecha a izquierda. También se traza la primera recta que corta la figura. Las dos rectas</p>
	<p>2. Se divide al rectángulo áureo en cuatro dividiéndolo en partes iguales horizontal y verticalmente.</p>
	<p>3. Se trazan las diagonales del rectángulo total.</p>
	<p>4. Concibiendo la figura como tres rectángulos verticales, dos iguales a sus extremos y uno diferente en su centro; se trazan las diagonales de los rectángulos idénticos dejando el del medio en blanco.</p>

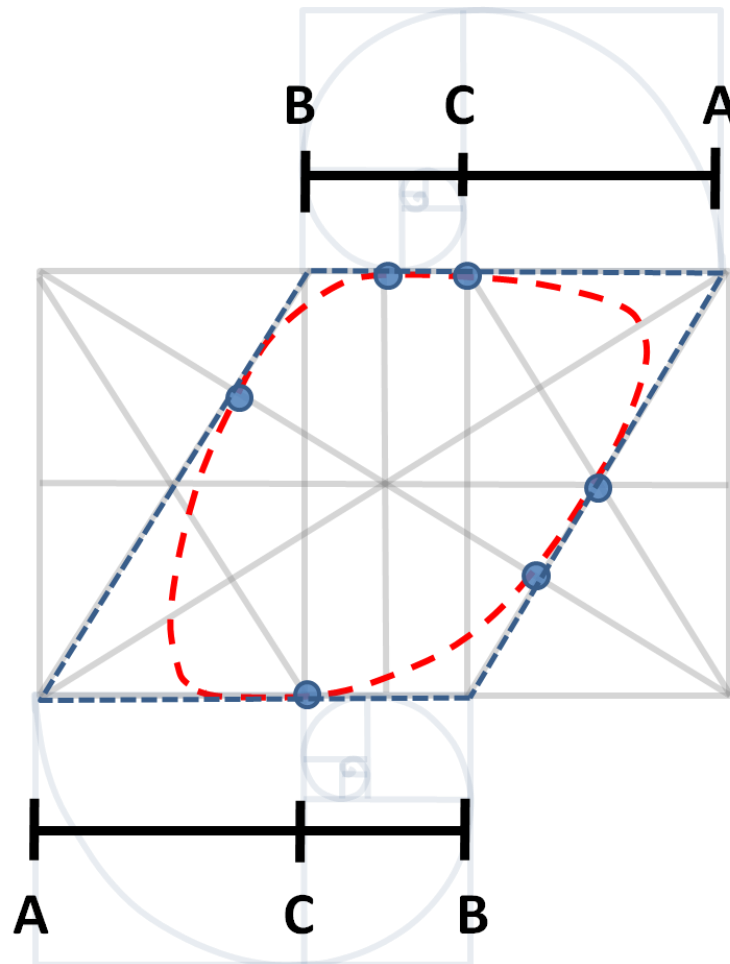


Las proporciones de la plantilla se confirmaron con el software Phimatrix y se posicionó sobre la fotografía para observar y analizar cómo podría coincidir con la plancha.



La plancha toca a la plantilla áurea en seis puntos de intersección. Dos de ellos se encuentran en la recta superior del rectángulo mayor, otros dos en la intersección del rectángulo vertical derecho, otro en la diagonal de la figura completa y el último en la parte inferior de la recta que corta la base en segmentos áureos. Todos estos puntos se encuentran relacionados entre sí y entrelazados dentro del mismo sistema de rectas.

De igual forma, al trazar las diversas rectas y diagonales en el proceso de diseño de la figura áurea, se puede resaltar una figura interna en particular que se encuentra rodeando al elemento principal. Ésta se encuentra inclinada en la misma dirección que la pieza analizada y encaja casi perfectamente dentro de ella.



Si se relaciona la distancia de las rectas superior e inferior de la figura interna con los puntos seleccionados de la plancha que se encuentran en la misma línea y se denotan con sus respectivas divisiones se podrán encontrar dos segmentos áureos. Para comprobar sus proporciones se construyeron dos rectángulos dorados de la magnitud de la figura que se deseaba analizar para confirmar su naturaleza áurea.

Tanto el segmento superior como el inferior contienen el número F_i . En ambos casos, si se divide el segmento **AB** entre el **AC**; y por otro lado se saca la media al segmento **AC** entre el **CB**, ambas operaciones dan como resultado lo mismo, que es la proporción divina. Por lo tanto:

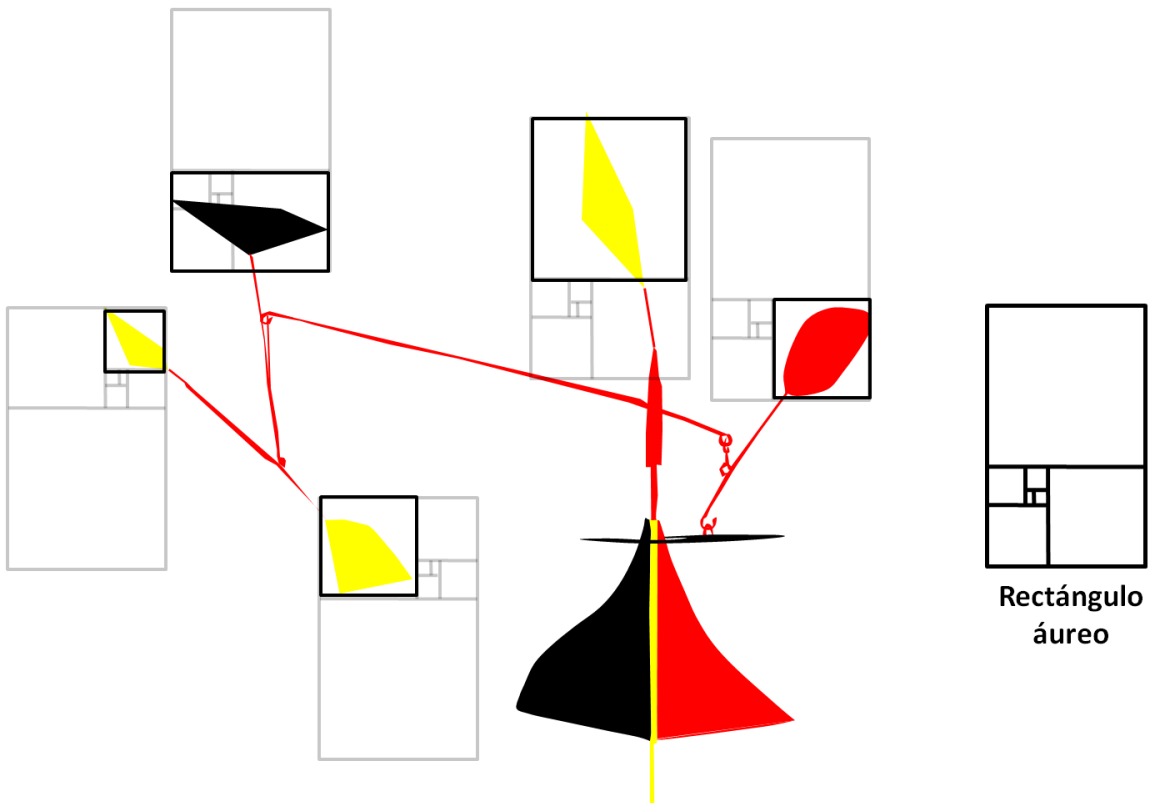
$$\frac{AB}{AC} = \frac{AC}{CB} = 1.618$$

(número áureo)

$$\Phi$$

Se puede concluir, entonces, que por lo menos estos dos elementos principales parecen encontrarse diseñados en relación a estructuras que poseen proporciones áureas. Sin embargo, volviendo a la escultura como un todo, parece propicio indagar en la conexión que podrían tener sus elementos principales si se compara sus magnitudes y se idea una posible relación entre sus proporciones.

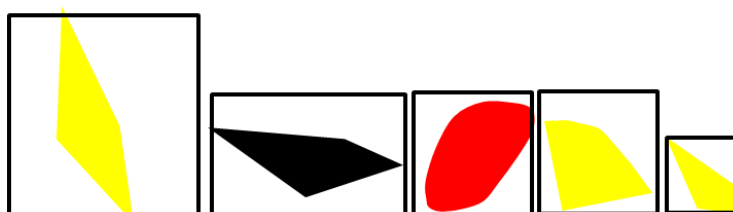
Para el siguiente análisis se utilizó un rectángulo áureo dividido en siete cuadrantes visibles, ya que puede dividirse infinitas veces en teoría, y lo se relacionó con las magnitudes de cada plancha de la obra.



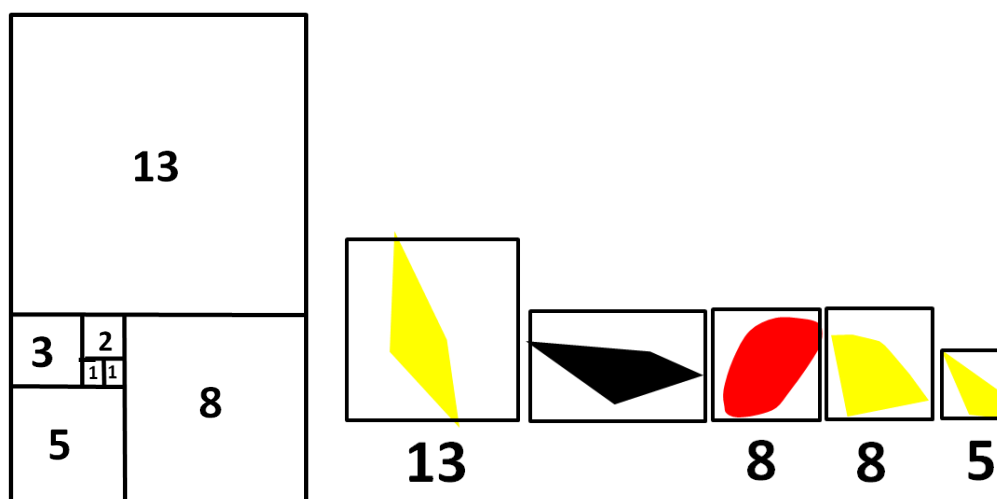
Se utilizó el mismo rectángulo áureo para cada pieza, sin alterar sus propiedades o su tamaño y buscando en qué cuadrante podrían entrar. La mayoría de los elementos cuadra casi totalmente en secciones de la figura áurea. Este hecho

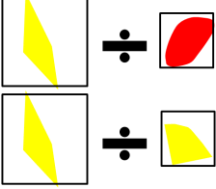
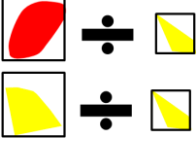
quiere decir que sus magnitudes están relacionadas entre sí, poseen proporción como un todo. Si se ordena de mayor a menor quedarían de la siguiente manera:

La pieza de mayor tamaño, la plancha amarilla, que se encuentra en el centro, encaja en el cuadrado que posee más área del rectángulo áureo. Después de este elemento, la plancha negra del extremo izquierdo encaja en el segundo rectángulo áureo que se forma al dividir la figura. Dos figuras poseen las proporciones adecuadas para entrar en el tercer cuadrado que conforma el rectángulo. Por último la pieza más pequeña, que es amarilla, encaja a la perfección en el tercer cuadrado de la figura.



Con este método de análisis se logró relacionar el espacio que ocupa cada elemento en su posición y su relación con los demás, tomándolos como un todo. Si al rectángulo utilizado se le dan valores específicos en base a su construcción, que serían justamente los de la serie Fibonacci, y partiendo desde 1, es posible establecer las siguientes relaciones:



13/8		= Φ
8/5		= Φ

Estalagmita

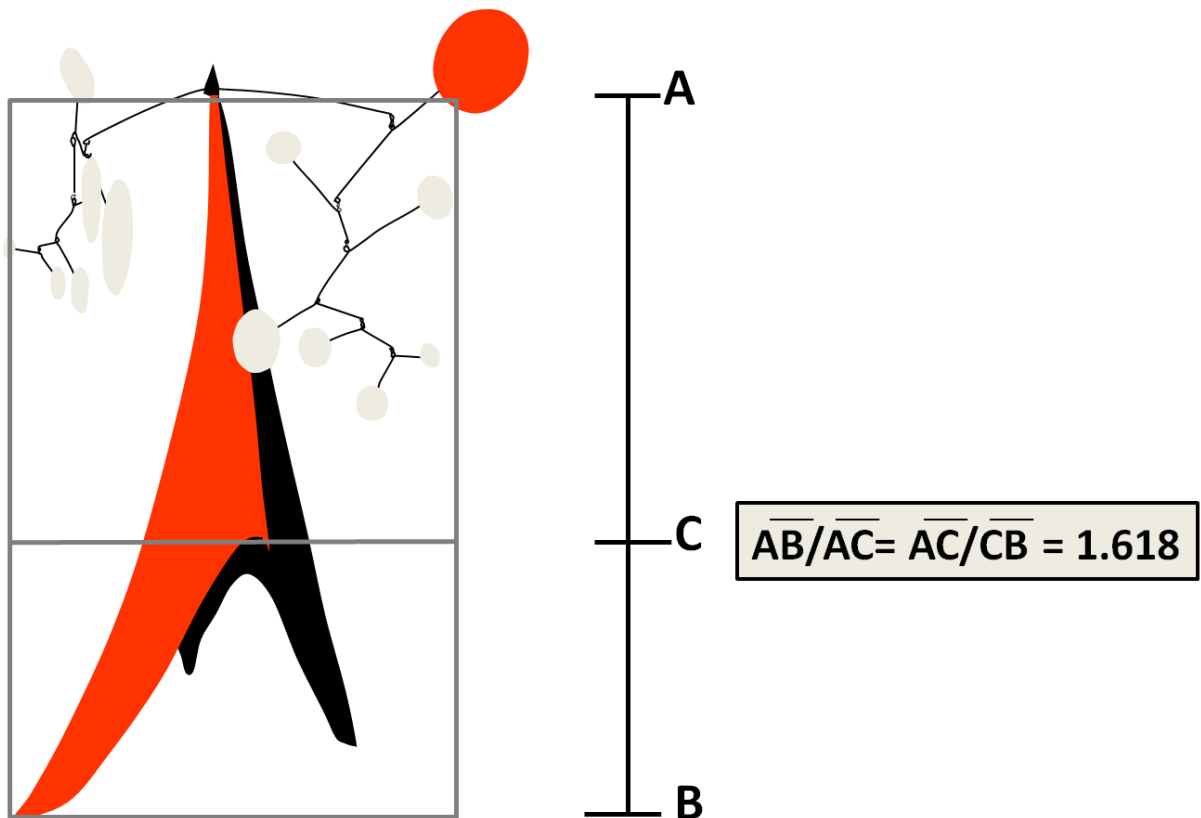
Para el primer análisis áureo que se le hizo a la escultura *Estalagmita*, se tomó en consideración el punto más alto y el más bajo del elemento principal en la fotografía, dejando por fuera la pequeña parte triangular que se encuentra en la punta, y se le encerró en un rectángulo áureo. No se utilizó Phimatrix para confirmar las medidas ya que el rectángulo áureo es una figura sin mucho procedimiento y se puede hacer con las proporciones correctas fácilmente. Se decidió utilizar tres vistas diferentes -la lateral izquierda, la frontal y la lateral derecha- para poder comparar sus resultados.

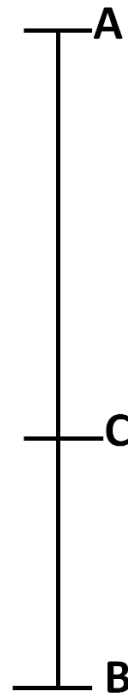
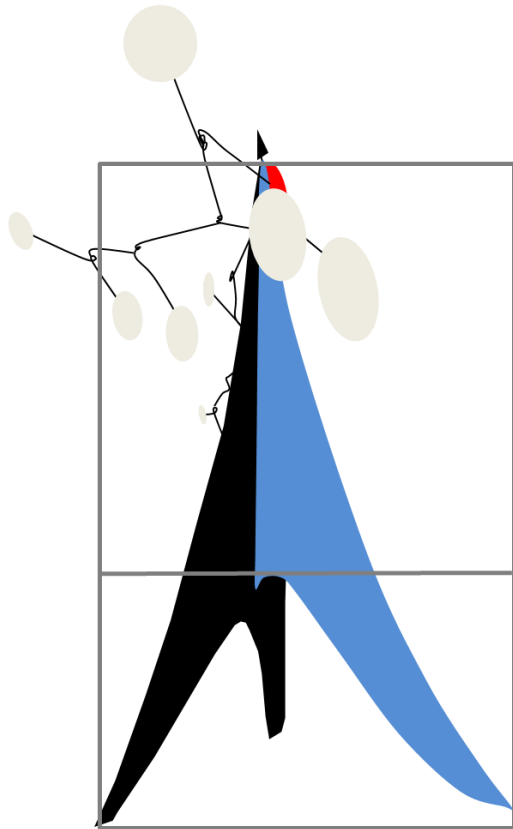


Al transformar las fotografías de las vistas a segmentos se pudo notar con mayor facilidad que ubicando al rectángulo áureo de forma vertical, encerrando a la obra de la manera previamente mencionada, de forma que la división con menor área quede ubicada en la parte inferior, la figura corta a la escultura en el mismo punto.

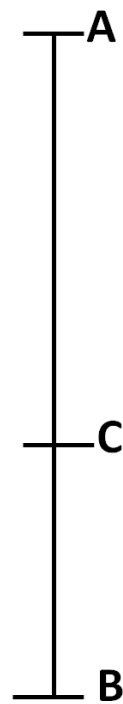
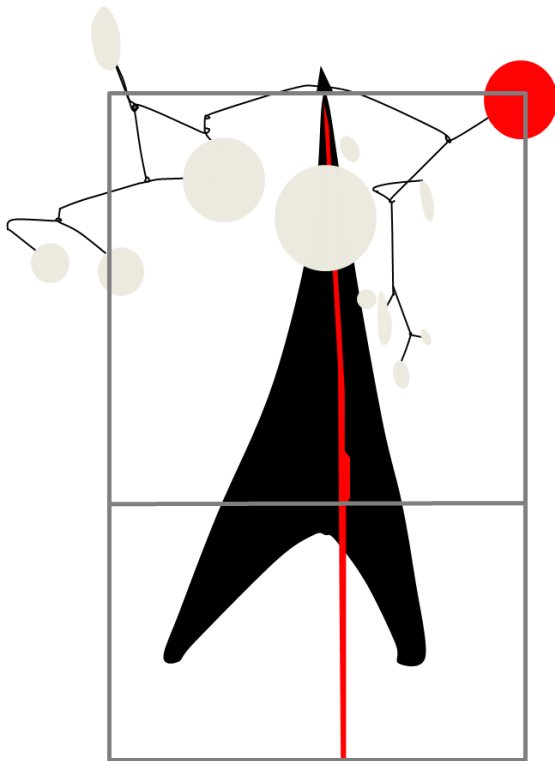
El elemento principal de *Estalagmita*, que es también estable, se encuentra conformado por dos planchas, una negra y otra bicromada roja y azul. En las tres vistas se notó que el punto de corte es el sección más baja de la plancha bicromada en donde se une a la negra.

Para visualizar de mejor manera la proporción áurea que se encuentra en la pieza estable de la escultura se proyectó un segmento áureo en cada vista al lado del rectángulo áureo. El punto más alto de la pieza se denotó **A**, el punto de corte **C** y el más bajo **B**. La proporción del segmento **AB** entre el **AC** es la misma del segmento **AC** entre el **CB**, y cuando se cumple esta relación el resultado es Φ (+/- 1,618).





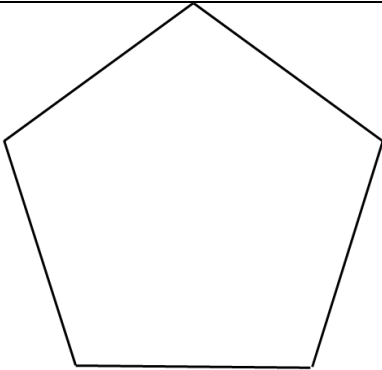
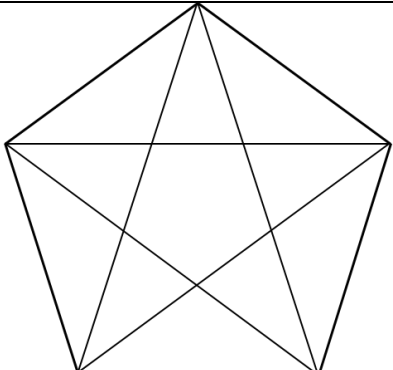
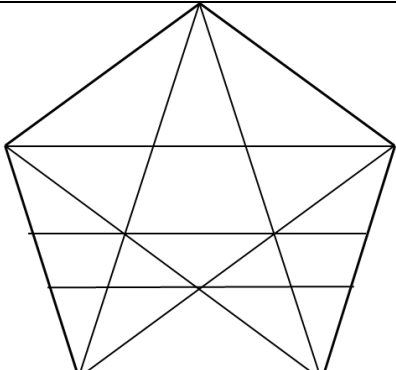
$$\overline{AB}/\overline{AC} = \overline{AC}/\overline{CB} = 1.618$$



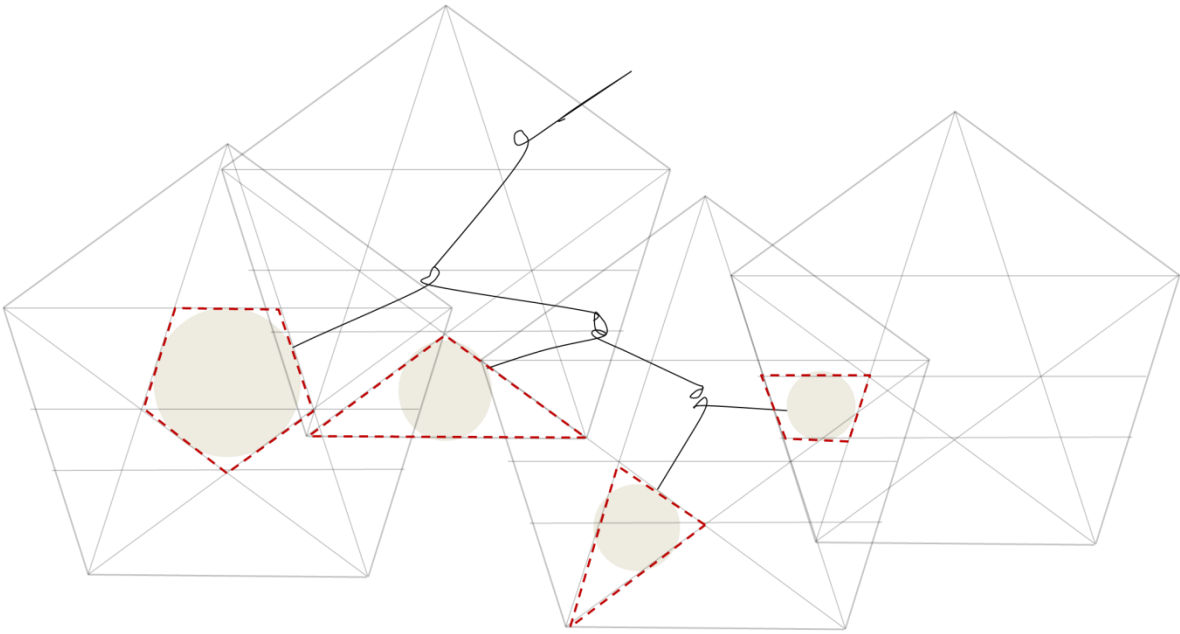
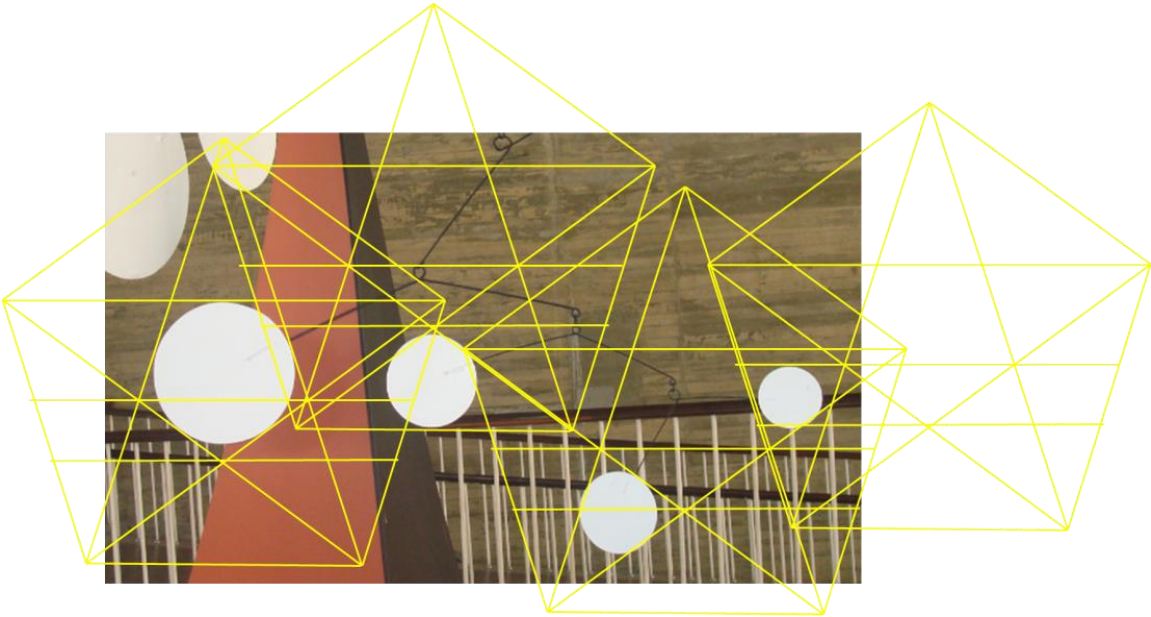
$$\overline{AB}/\overline{AC} = \overline{AC}/\overline{CB} = 1.618$$

Con este análisis se puede concluir que desde estas vistas, las proporciones de la pieza principal de *Estalagmita*, parecen ser áureas y contienen el número ϕ . El rectángulo áureo corta con una de las partes más importantes de la obra, su base y denota el enlace de dos planchas metálicas en las que la plancha protagonista también lo es al momento del análisis pues es su base donde el punto **C** pasa. De igual forma coincide que en las tres vistas, con enfoque en la sección móvil, quedan por fuera por lo menos tres elementos de la escultura. La razón por la cual sólo se analizó la parte estable de la obra fue porque se quiso concebir a *Estalagmita* por partes antes que un todo, debido a ello la estructura cinética y el pequeño triángulo superior, a la cual se encuentra sujeta, quedaron por fuera.

Para el siguiente análisis se tomó como objeto de análisis una de las ramificaciones de la estructura móvil de la escultura, específicamente las cuatro circunferencias inferiores del lateral derecho. Para establecer una relación entre el área de las circunferencias y una figura áurea se construyó un pentágono y pentagrama áureo.

		
<p>1- Primero se trazó un pentágono perfecto.</p>	<p>2- Dentro de éste se dibujo un pentagrama juntando los vértices.</p>	<p>3- Se trazaron dos rectas horizontales juntando los vértices inferiores del pentágono cortando a la figura total en cuatro.</p>

Usando la misma magnitud del pentagrama en toda la figura se procedió a encerrar las circunferencias en el área que se acomodaran mejor.

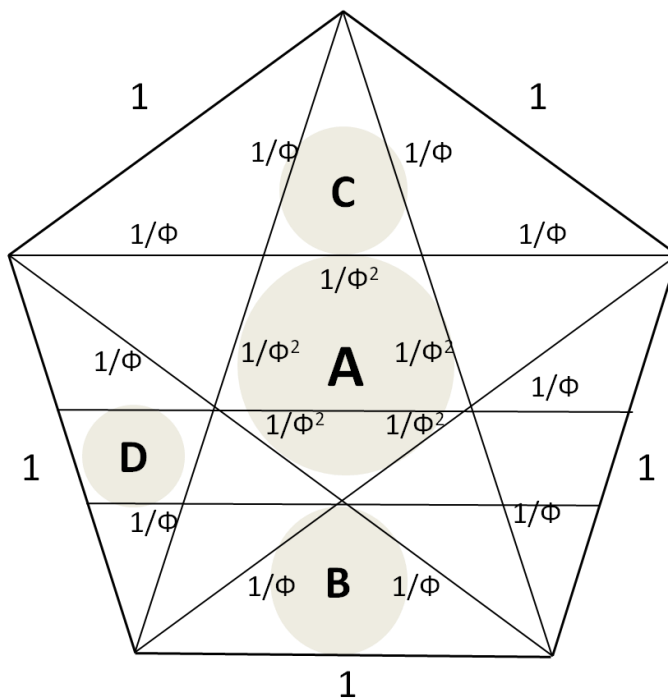


A **B** **C** **D**

Al transformar a la fotografía en vector se notó con mayor facilidad en qué espacios encajan las circunferencias en la figura. Si se enumeran de izquierda a derecha, la primera pieza **(A)** se encuentra circunscrita en el pentágono invertido que se forma cuando existe un pentagrama. La segunda circunferencia **(B)** se encuentra dentro de un triángulo áureo obtuso al igual que la tercera **(C)** que se encuentra en un triángulo áureo agudo. La última de las figuras **(D)** se encuentra circunscrita en el espacio irregular que se forma en la segunda línea de división del pentágono.

Aunque este análisis no signifique a simple vista que la relación de la proporción de las magnitudes de las circunferencias significa que éstas poseen la sección áurea, hay que tomar en cuenta que una de las figuras áureas más perfectas son los pentágonos- pues poseen a Φ por todos lados- y cada circunferencia encajó perfectamente en las divisiones desde la de mayor magnitud hasta la de menor.

La circunferencia de mayor diámetro encaja en la división mayor tamaño y este patrón se repite con todos los demás tamaños. Si se concibe al pentágono como uno de lado 1, la ubicación de Φ queda de la siguiente manera:



- La figura **A**: se encuentra circunscrita en el pentágono invertido cuyo lado es uno sobre Φ al cuadrado.

- La figura **B**: se encuentra circunscrita en el triángulo áureo obtuso. Su razón es:

$$\frac{1}{1/\Phi} = \Phi$$

Esta figura encaja en los cinco triángulos obtusos de la figura.

- La figura **C**: se encuentra circunscrita en el triángulo áureo agudo. Su razón es:

$$\frac{1}{1/\Phi} = \Phi$$

Esta figura también encaja en los otros cinco triángulos agudos existentes en la figura.

- La figura **D**: se encuentra circunscrita en la segunda división horizontal más pequeña. No se encuentran segmentos áureos cerca.

Ráfaga de Nieve (1953)

Ráfaga de Nieve o *Snow Flurry* es el móvil que se exhibe de manera permanente en la Universidad Central de Venezuela, Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Para esta obra no se aplicó el análisis geométrico áureo por las siguientes razones. La primera, y más importante, es que, a causa del rápido y constante movimiento del móvil, sus complejas partes y su ubicación, se dificultó la obtención de las imágenes de base para realizar los diagramas y figuras áureas. Otra razón es que se quiso dar una oportunidad al análisis meramente matemático para establecer una relación entre sus partes.

Se considera esencial, en los análisis, tomar en cuenta la relación de cada parte con respecto a un todo, pues de este ejercicio proviene lo que como resultado se denomina armonía entre proporciones. Cuando se percibe equilibrio y simetría en una obra es poco probable que sea producto de algo meramente emocional pues debe haber alguna lógica. Justamente en la sección áurea, específicamente al analizar segmentos individuales o partes de figuras de oro, se

hace evidente que se aplica esta comparación de magnitudes de un todo y sus partes; y que la regla debe cumplirse para que la razón dorada se halle presente.

Richard Padova, en su libro *PROPORTION: Science, Philosophy, Architecture*⁴², menciona que el historiador alemán Rudolf Wittkower estableció que dicha relación (la de un todo con respecto a sus partes) podría probarse casi siempre de forma matemática. Este hecho, además de estar presente en los trabajos de los artistas de la época antigua, también se encuentra en la obra de los creadores de la modernidad. Visualmente se puede notar un balance estético de manera perfecta en los móviles realizados por Alexander Calder. El autor también menciona a Le Corbusier y su *Modulor*, por lo que estaba de acuerdo que gran parte de este equilibrio visual podría ser por la aplicación de la sección de áurea en parte del arte, más que todo en la arquitectura.

*There seem to be two general approaches to the idea of relation the parts to the whole. First, that there is a preordained relationship that can be proven mathematically. Or second, that this is not so and such a relationship is created by an artistic emotional act unfettered by the rules of logic. Obviously, Wittkower is on the side of the first and has sufficient examples to prove to his own satisfaction that he's right. He even allows a symmetry in the sense of balance, which was very much the composition technique of the Modernists and perhaps was never demonstrated better in a visual way than in the work of Alexander Calder and his famous mobile. He even quotes Corbusier and his famous Modulor which attempted to be a reworking of many old systems, including the Golden Section (...)*⁴³

Al momento de buscar figuras y patrones áureos se puede tomar por instinto a los móviles de Calder, si se tuviese que elegir alguna de sus esculturas.

⁴² PADOVA, Richard. *PROPORTION: Science, Philosophy, Architecture*. Londres. 1999.

⁴³ Traducción:

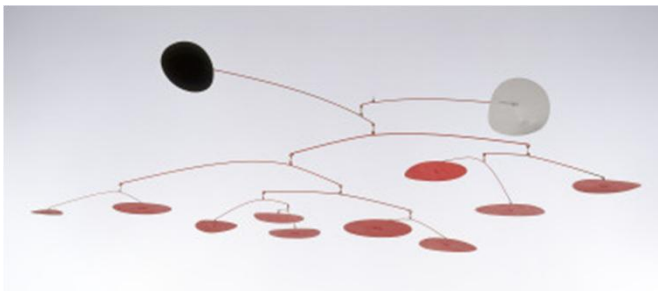
Parece haber dos acercamientos generales ante la idea de una relación entre las partes con respecto a un todo. Primero, que existe una relación predestinada que puede ser probada matemáticamente. Segundo, que no existe tal relación creada en base a una emoción artística que se encuentra sin trabas por las reglas de la lógica. Obviamente, Wittkower está del lado del a primera y tiene suficientes ejemplos para probar, para su satisfacción, que está en lo correcto. Él permite a la simetría en el sentido de balance, que era prácticamente la técnica compositiva de los Modernistas y que quizás nunca fue mejor demostrada visualmente que en la obra de Alexander Calder y sus famosos móviles. Él hasta cita a Corbusier y su famoso Modulor, el cual pretendía ser un trabajo nuevo que correspondía a sistemas viejos, incluyendo a la Sección Dorada.

ZEIDLER, Eberhard. *Buildings Cities Life: An Autobiography in Architecture*. Dundurn. USA. Página 228.

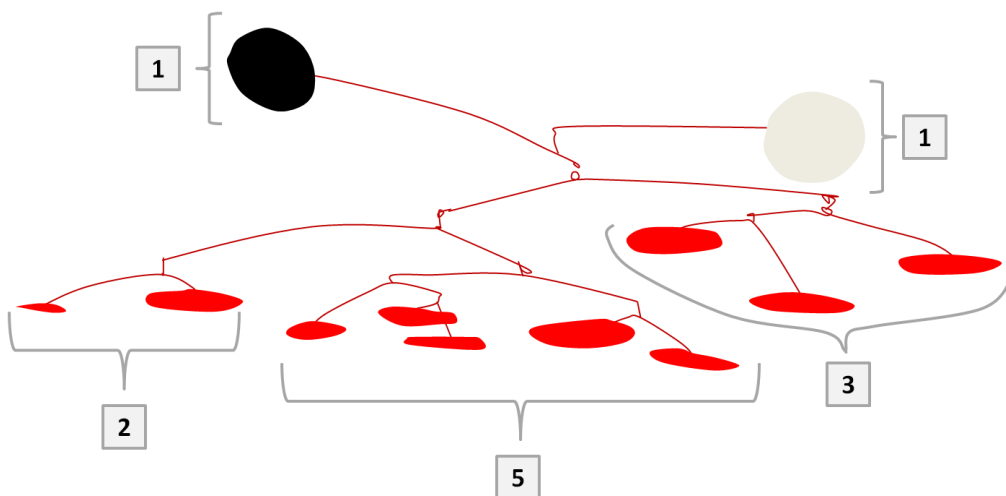
Estas obras cinéticas suelen poseer una distribución específica de elementos que podría coincidir con los números de la secuencia Fibonacci o la relación entre un patrón con respecto a otro.

Un ejemplo, importante de mencionar, es un móvil que posee la referida proporción es el titulado *Black, White and Ten Red*, creado por Alexander Calder en 1957. Esta obra consta de circunferencias metálicas ramificadas en equilibrio y pintadas de diferentes colores. Como el nombre lo indica, la configuran diez discos rojos, uno negro y otro blanco.

Comparando a *Black, White and Ten Red* con *Ráfaga de Nieve*, se puede señalar que la segunda obra es mucho más compleja que la primera. En el móvil de 1957 se observan cuatro sistemas principales de ramificaciones, si se relacionan por el tema color y grupos, es posible reconocer los primeros números de la secuencia Fibonacci (**1,1,2,3,5**).



Alexander Calder
Black, White, and Ten Red, 1957
Ilustración 30



La enumeración de los discos y sus ramificaciones dan como resultado los primeros cinco números de la secuencia Fibonacci **(1,1,2,3,5)**. Al dividir el número mayor entre el inmediatamente menor, resulta +/- F_i , es decir, el número áureo (1,618). Esta relación se vuelve más exacta entre más avanzada esté la secuencia. Se podría afirmar que parte del equilibrio que se percibe al apreciar el móvil se debe a la distribución áurea y equitativa de sus partes.

El análisis, previamente demostrado, ya había sido planteado por profesores y alumnos del departamento de Matemática, Ciencia y Computación de la universidad Mary College of Maryland. Este dato fue una de las principales razones por las que se estableció la premisa de este trabajo de investigación. En consecuencia, se procedió a verificar si las obras de Calder exhibidas en la Universidad Central de Venezuela también lo poseían.

Most of Calder's work is underlined by a basic sense of play, which on occasion manifested itself as a pure, abstracted humor. This was reflected in his choice of titles. Behind their whimsicality there was usually a perfect matter-of-fact explanation. Either they referred to the natural phenomena that had prompted the piece in question (Snow Flurry, 1948) (...). But such betrayal of sophistication was indicative of Calder's attitude: he would never, for example, refer to himself as an artist.⁴⁴

Un aspecto que es importante resaltar con respecto a *Ráfaga de Nieve* es que parece no ser el único móvil con este título que Alexander Calder realizó. No existe evidencia de que estas obras, identificadas de la misma forma, sean parte de alguna colección en específico o cuántas sean pero su expresión, elementos y algunas formas son similares. La más conocida de estas esculturas se encuentra

⁴⁴ Traducción:

La mayoría de la obra de Calder insinuaba un sentido del juego (humor) básico, que en ocasiones se manifestaba a sí mismo como un humor puro y abstracto. Esto se reflejaba en su decisión al elegir los títulos de sus obras. Detrás de su extravagancia, había por lo general, una explicación totalmente lógica y con bases. A veces se referían a un fenómeno natural que reflejaba a la obra en cuestión (Snow Flurry, 1948) (...). Pero aquella traición a la sofisticación era indicativo de la actitud de Calder: él nunca, por ejemplo, se referiría a sí mismo como un artista.

en el MoMA en Nueva York (*Snow Flurry I*) y fue realizada en el año 1948. De igual forma, existen otras *Ráfagas de Nieve*, como *Snow Flurry III* que se ubica en el Museo Metropolitano de Arte en Portland y otra que se encuentra fotografiada en la página web de la Fundación Calder que también recibe el mismo título.



Alexander Calder
Snow Flurry I, 1948
Ilustración 57

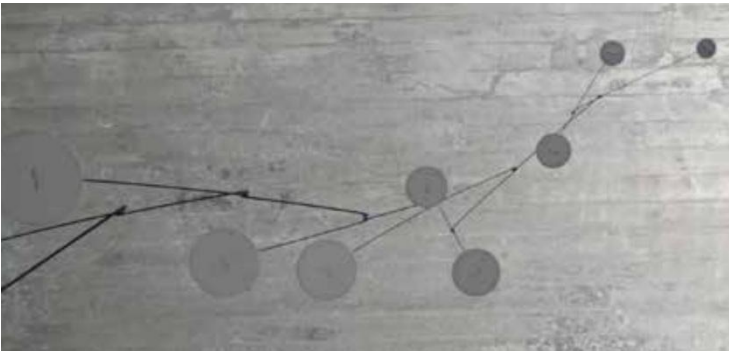


Alexander Calder
Snow Flurry, 1953

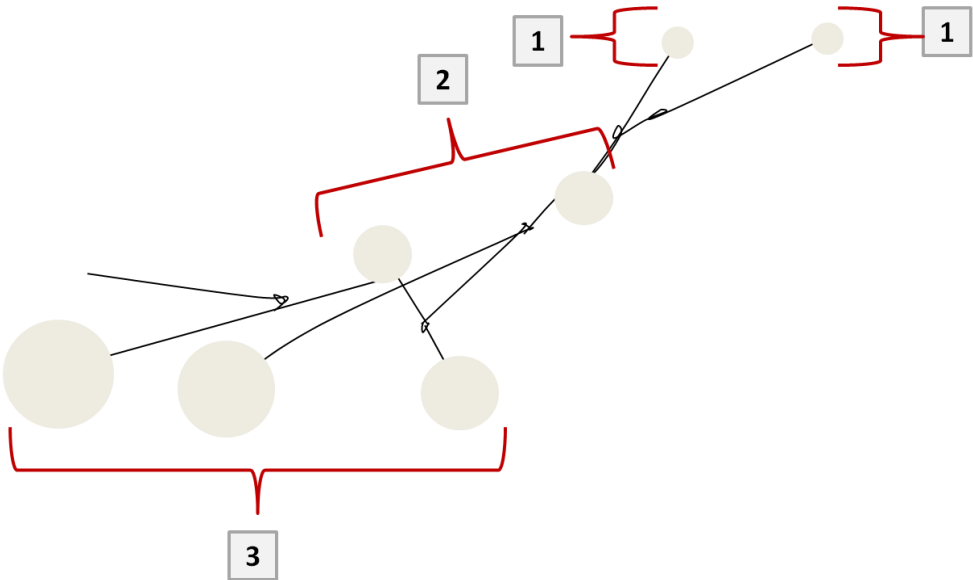
A diferencia de *Black, White and Ten Red*, las *Snow Flurries*, en general, no parecen tener la serie Fibonacci a simple vista. Sus estructuras, formadas por

diversos discos a modo de esqueleto, poseen una distribución bastante compleja. Varios segmentos áureos se posicionaron en lugares estratégicos de la obra y como resultado no se segmentó en sitios específicos y comunes como había sucedido con las esculturas anteriores. De igual manera, se puede presumir la ausencia de ciertas características áureas por la naturaleza salvaje de la obra, en la cual el equilibrio total no es la prioridad, ya que ésta se asemeja a una tormenta de nieve con diferentes ritmos y velocidades.

A pesar de estos resultados, se planteo la posibilidad de realizar un análisis parecido al estudio previamente expuesto de *Black, White and Ten Red*. Para ello se seleccionó una de las fotografías perteneciente al Catálogo de Restauración del Consejo de Preservación y Desarrollo de la Ciudad Universitaria de Caracas, en la que se percibe de forma clara el extremo inferior de uno de los sistemas de móvil.



(Imagen tomada del Catálogo de Restauración del Consejo de Preservación y Desarrollo. Ciudad Universitaria de Caracas)



El comienzo de la serie Fibonacci **(1,1,2,3)** se puede apreciar en algunos de los sistemas de ramificaciones de la escultura si se analizan de este modo, aunque no de manera tan exacta como con *Black, White and Ten Red*. Puede que en varias secciones de *Ráfaga de Nieve* se repita este patrón, ya que ciertos ritmos se repiten, pero no se cree suficiente evidencia como para afirmar con seguridad que el móvil posee la proporción de la belleza.

Conclusiones

Culminada la investigación cuyo objetivo fue realizar un acercamiento al estudio áureo de las esculturas de Alexander Calder ubicadas en la Universidad Central de Venezuela (FAU), es posible confirmar algunas apreciaciones como resultado del análisis formal y geométrico de las obras. Se articularon las principales características que vinculan a la divina proporción con el arte cinético y se señaló el papel que cumplen esas obras de arte dentro de la universidad, junto con la importancia y evolución profesional-artística de su creador. La proporción áurea en las esculturas de Calder se puede percibir, principalmente, desde el punto de vista geométrico y la relación entre sus partes se encuentra en perfecta armonía y equilibrio visual.

Para definir lo que es la sección áurea hay que tomar en cuenta el desarrollo del concepto desde los tiempos antiguos. Mediante la investigación y estudio de los personajes principales que formaron parte en la evolución del término --como Marco Vitruvio, Leonardo Da Vinci y Luca Pacioli-- fue posible determinar sus características principales desde el punto de vista histórico, artístico, religioso y geométrico. Para los primeros hombres que estudiaron y desarrollaron el concepto no había gran distinción entre el arte y la ciencia, ambos formaban parte de un todo y eran necesarios entre sí.

El componente ideológico de la sección áurea es de suma importancia pues su teorización es lo que le brinda un sentido a su uso en el mundo del arte. Desde un principio este término fue usado como herramienta estética en manuscritos, investigaciones, pinturas, esculturas y en la arquitectura. En ese sentido se puede afirmar que la matemática y el ingenio artístico se juntan para crear una fórmula de la belleza. Uno de los resultados cuantitativos de la divina proporción es el número Φ , en honor al escultor griego Fidias, y su presencia confirma la belleza de sus partes en la obra, persona o ser natural que lo posea. En lo que respecta a todo el cálculo del número áureo, tienen que ver las proporciones del prospecto de

análisis, vale decir, el vínculo que existe entre dos cantidades, es la razón matemática.

La proporción áurea ha tenido numerosas denominaciones –razón dorada, divina proporción, sección áurea, etc.-- y se puede manifestar de diversas maneras con otros términos que están estrictamente ligados a su origen, como por ejemplo la geometría sagrada y la secuencia Fibonacci.

Al momento de utilizar la sección áurea con propósitos estéticos, se resaltó que además del procedimiento numérico para su comprobación, es de suma importancia la parte geométrica, pues es el método visual el que confirma su presencia. Las figuras áureas –como el pentágono áureo, el triángulo áureo y la espiral áurea—contribuyen al análisis de los objetos e individualmente son un reflejo de la teoría pues contienen la relación dorada en casi todas sus partes.

Por otra parte, fue posible confirmar el uso de la divina proporción desde los tiempos antiguos y que su aplicación no se ha tomado a la ligera a lo largo de la historia, además, es importante resaltar que su presencia en la época actual se ha hecho más significativa. La aplicación de este concepto desde un punto de vista contemporáneo ha sido objeto de estudio y utilización como herramienta por numerosos arquitectos, artistas, ingenieros y diseñadores. Ya sea de manera intencional o accidental, se reconoce a la sección áurea en sitios tan comunes en la actualidad como en el diseño de las redes sociales y en los logos de las marcas más reconocidas. De igual manera, grandes artistas manifestaron su interés en la fórmula de la belleza y la aplicaron en sus creaciones.

Para estudiar con propiedad el proceso creativo e intelectual de Alexander Calder se abordó la investigación desde un punto de vista biográfico, haciendo énfasis en su evolución artística. La temprana exposición al arte y el estudio de la carrera de ingeniería le brindó las herramientas para la creación de sus obras más representativas. Sus figuras de alambre, que parecían caricaturas en tercera dimensión, fueron las primeras de su trayectoria que exploraron la idea de la

tridimensionalidad –aparte de la escultura tradicional-- y la posibilidad de un movimiento real.

El circo que realizó Calder fue una de sus creaciones más conocidas y llamó la atención de afamados artistas de la época. Este pequeño espectáculo, que él mismo operaba, incluía sus destrezas científicas al manejar pequeños figurines con sistemas motores armados por su persona y la creatividad artística al prestar especial atención al diseño de sus personajes y elaboración de la historia.

El Circo de Calder también fue su tarjeta de presentación en París para todo aquel que todavía no conocía su nombre. Más adelante aplicó parte de ese sistema motor que utilizaba el espectáculo para brindarle movimiento real a sus esculturas.

Se estudiaron, igualmente las posibles influencias transmitidas de parte de grandes artistas como Joan Miró y Piet Mondrian. Muchos amantes del arte e historiadores opinan que las esculturas de Calder parecen ser pinturas de Miró llevadas a tercera dimensión, por su expresión –específicamente por su movimiento-- y uso del color. También se resaltó la experiencia que tuvo Calder en el taller de Mondrian pues se dice que este hecho marcó el estilo del artista radicalmente. Tal experiencia estética abrió las puertas para el artista norteamericano, quien se sumergió en el mundo de la abstracción y el juego visual de los colores, por lo que parece que aquella fue la premisa para la creación de sus móviles.

Analizando las características principales del arte cinético se rescató principalmente el movimiento –real o ilusorio– que juega con las proporciones de la obra para darle vida. Alexander Calder, interesado, y desarrollando aspectos de esta vanguardia, experimentó durante un largo tiempo con sus esculturas hasta que dio con sus característicos móviles y stables, cuya invención se le atribuye.

Se observó que a medida que el artista fabricaba más móviles, era menos común el uso de sistemas con motores para provocar el movimiento de sus esculturas. Con el tiempo la mayoría de sus obras se movían mediante las

corrientes de aire que estuviesen en contacto con ellas sin que las interviniesen factores mecánicos. Durante esta misma época Calder realizó varias de sus creaciones pensando en que estarían expuestas a espacios exteriores, por lo que diseñó stables de tamaño monumental. De igual forma, combinó ambos tipos de escultura cinética, fabricando esculturas stables con partes móviles.

Alexander Calder se constituyó en un artista con gran importancia para Venezuela y, en específico, para la Universidad Central de Venezuela. De algún modo se percibe, a través de esas obras, la gran compatibilidad de intereses e ideas artísticas que surgieron cuando conoció arquitecto venezolano Carlos Raúl Villanueva. Más adelante éste le propuso al escultor participar en un proyecto llamado *Síntesis de las Artes*, que involucró a diversos artistas nacionales e internacionales. De este modo Calder realizó cuatro obras sobresalientes para la universidad: *Las Nubes de Calder, ubicadas en el Aula Magna, junto al conjunto que fue objeto de esta investigación: .Ráfaga de Nieve, Estábil con Hoja Horizontal y Estalagmita, instaladas en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo.*

Se analizaron las obras que se exhiben de manera permanente en la FAU utilizando la metodología formalista y la de la sección áurea. En primer lugar se presento un estudio detallado de sus características, procedimientos técnicos, recursos expresivos plásticos y de descripción. Las tres esculturas ofrecen la posibilidad del movimiento natural, impulsado por las corrientes de aire de la sala de exposición. Los colores predominantes fueron el amarillo, el azul, el rojo, el blanco y el negro, entendidos estos últimos como la presencia plena de la luz y su ausencia absoluta. *Estábil con Hoja Horizontal y Estalagmita* son stables con estructuras móviles, mientras que *Ráfaga de Nieve* es un móvil. Luego, dependiendo de la naturaleza de la obra se realizó un análisis áureo geométrico o numérico. Se reconocieron patrones áureos en todas las obras, aunque de manera completamente precisa en los stables-móviles.

Stabile con Hoja Horizontal fue la obra con más indicios áureos. El análisis permitió identificar una de las figuras de oro más conocidas, la espiral áurea, en su vista principal. Está fue rozada por la escultura en cinco puntos específicos

correspondientes a las planchas móviles de la obra. De igual manera, y usando plantillas áureas con proporciones de la secuencia Fibonacci, dos de las planchas coincidieron con patrones específicos de la plantilla. Se rescataron diversos segmentos áureos, en la plancha de color rojo, en los cuales se demostró matemáticamente la ubicación de Φ . También, concibiendo a los elementos que conforman de *Stabile con Hoja Horizontal* como un todo, fue posible realizar un análisis de cada plancha móvil en relación a sus proporciones, donde quedan perfectamente ubicadas en casi todos los cuadrantes del rectángulo áureo dividido por números de la sucesión de Fibonacci.

Estalagmita contiene dentro de su configuración al rectángulo áureo en tres vistas distintas, en las cuales el segmento dorado las corta en el mismo lugar. Se utilizó el pentágono áureo, junto al pentagrama, para encontrar armonía dentro de sus partes. Cada circunferencia que conformaba la sección de la escultura que se analizó encajó perfectamente dentro de las secciones del pentagrama, quedando dentro del área correspondiente a pentágonos de menor dimensión y triángulos áureos.

Por último, se aplicó un análisis matemático al móvil *Ráfaga de Nieve*. Para ello, se comparó con otro móvil de Calder que no se encuentra en Venezuela y es bien conocido, *Black, White and Ten Red*. Al analizar el último se observó como la distribución de los patrones de los discos circulares rojos, blancos y negros coinciden con los cinco primeros números que conforman la sucesión Fibonacci. De esta manera, se establecieron las características a buscar en *Ráfaga de Nieve*. Debido a la naturaleza salvaje por su movimiento y la ubicación – encontrándose colgada en el medio de una sala- se dificultó la realización del análisis en comparación con las esculturas anteriores. Como resultado, se observaron ciertos indicios de la sucesión de Fibonacci en varias secciones del móvil, como en *Black, White and Ten Red*, pero no de forma tan organizada ni específica. Debido a este resultado se realizó una investigación más profunda de sus antecedentes y se localizaron varias obras con el mismo nombre, también realizadas por Calder, pero

que no pertenecen a una colección en particular. Todas comparten el mismo concepto y expresión.

La presente investigación podría ser un complemento a considerar para las esculturas cinéticas que se encuentran en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV, expandiendo así su documentación desde el punto de vista científico y artístico. De igual manera, este trabajo de grado pretende dar pie a posibles futuros análisis de distintas obras que formen parte de la Síntesis de las Artes para que se continúe la valorización del patrimonio artístico de la Universidad Central de Venezuela. Así mismo, de haber la oportunidad de retomar este estudio, se podría abordar desde un punto de vista estrictamente matemático en vez de geométrico para conseguir nuevos aportes.

Se puede concluir que, en base al análisis áureo, la proporción divina se encuentra presente, de diversas formas, en las esculturas de Alexander Calder ubicadas en la Universidad Central de Venezuela, con más protagonismo en unas que en otras. Hasta la fecha de la presente investigación, no se han realizado análisis áureos a las esculturas de Calder de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo. No existe manera de confirmar con seguridad si Alexander Calder utilizó este concepto en forma consciente o si se dio naturalmente durante su proceso de creación, pero si algo se puede sugerir, es que el conjunto de obras cinéticas instalado en la FAU posee indicios de esta fórmula de la belleza.

Bibliografía

Libros

ALSINA, Pau. *Arte, ciencia y tecnología*. Barcelona, España. Editorial UOC. 2007.

ANÓNIMO. *Alexander Calder: escultura, acuarelas y dibujos, grabados, libros ilustrados y joyas de colección del Museum of Modern Art de Nueva York: ensayo introductorio*. Texas, Estados Unidos. Museo Nacional de Bellas Artes. 1969.

ANÓNIMO. *Un genio en movimiento*. Caracas, Venezuela. Impresión Facultad de Arquitectura e Ingeniería. 1970

ARNELL GROUP, *BREATHTAKING: Design Strategy*. 2008.

BANGS, Herbert. *The Return of Sacred Architecture: The Golden Ratio and the End of Modernism*. Rochester Vermont. Inner Traditions.2007.

BEANE, Andy .*3D Animation Essentials*.USA.WILEY, John & Sons. USA. John & Sons. 2012

BERREIRO LÓPEZ, Paula. *La abstracción geométrica*. Madrid, España. Sociedad Anónima. 2000.

BURT, CHENOV. *Alexander Calder: Hombre vigoroso con alma de colibrí*. Venezuela. Editorial Latinoamericana Venezolana Punto. 1965.

CARADENTE, Giovanni. *Teodelapio: Alexander Calder*. Michigan, USA. Charta. 1996.

CHARLES, Victoria. *Calder*. Londres. Parkstone International. 2011.

CRILLY, Tony. *50 Cosas que hay que saber sobre las matemáticas*. Quercus, Londres. Editorial Ariel. 2007.

DEMBO, Nancy. *La tectónica en la obra de Carlos Raúl Villanueva: aproximación a tres tiempos*. Arquitectura y urbanismos, Colección Estudios. CDCH UCV. 2006.

ENZENBERGER, Hans Magnus. *El Diablo de los números*. Siruela, Madrid. Editorial Siruela. 1997.

FARRELLY, Lorraine. *The Fundamentals of Architecture*. Singapore. AVA Publishing. 2007.

FUNDACIÓN CENTRO DE ARQUITECTURA. Ciudad Universitaria de Caracas: Patrimonio. 2010

GIMÉNEZ, Joaquim. *La proporción: arte y matemáticas*. Barcelona, España. Editorial GRAÓ. 2009.

GRIFFING, Steven. *The Golden Section: An ancient Egyptian and Grecian Proportion*. United States of America. Xlibris Corporation. 2007.

JIN, David y LIN, Sally. *Advances in Computer Science and Information Engineering*. New York. Springer Science & Business Media. 2012.

KADAVY, David. *Design for Hackers: Reerse Engineering Beauty*. USA. John Wiley & Sons. 2011.

LIPMAN, Jean y ASPINWALL, Margaret. *Alexander Calder and his magical mobiles*. Hudson Hills Press. Michigan. 2007.

LIVIO, Mario. *The Golden Ratio: The Story of PHI, the World's Most Astonishing Number*. New York, USA. Broadway Books. 2002.

POSAMENTER, Alfred y LEGMANN, Ingmar. *The Glorious Golden Ratio*. Nueva York. Prometheus Books. 2012.

POSAMENTIER, Alfred. *The fabulous Fibonacci numbers*. Berlin, Germany. Prometheus Books. 2007.

RIVERA, Magnolia. *Trampatojos: el círculo en la obra de Remedios Varo*. México. Editor Siglo XXI. 2005.

SAMPAOLESI, Dr. Roberto. *La Divina Proporción y la Retina*. Buenos Aires, Argentina. Olmo Ediciones. 2006.

SARTRE, Jean Paul. *Les Mobiles des Calder. From Alexander Calder: Mobile, Stables, Constellations, exch*. Paris. 1946

SHANNON, R. *The Art and Science of Optical Design*. Cambridge, United Kingdom. Cambridge University Press. 1997.

SHANNON, Robert E. *Systems simulation: the art and science*. Michigan United States. Prentice-Hall. 1975.

STEWART, John L. ERNST KRENEK: The man and his music. Oxford, England. University of California Press. 1991.

VITRUVIO, Marcus. *De Architectura*. Primer Libro, Capítulo 3, Sección 2.

VOROB, Nikolai Nikolaevich. *Números de Fibonacci, Lecciones populares de matemáticas*. Moscú. Editorial Mir. 1974

Trabajos de Grado

CASANS, Araceli. *Aspectos estéticos de la Divina Proporción*. Tesis de Doctorado. Madrid, 2001.

YONAS, Eva. *Calder and Mondrian: An Unlikely Kinship*. Senior Honor Thesis. Ohio. 2006.

ZABEL, Beth Barbara. *Assembling Art*. Univ. Press of Missisipi. Missisipi. 2004.

Catálogos

DAUME, Vera. *Alexander Calder y Joan Miró*. Galería Thomas. 7 de mayo a 31 Julio del 2010. Alemania.

Catálogo de restauración de las obras: *Ráfaga de Nieve, Stabil con Hoja Horizontal y Estalagmita*. Universidad Central de Venezuela. Consejo de Preservación y Desarrollo. Ciudad Universitaria de Caracas.

Páginas Web

<http://faculty.smcm.edu/sgoldstine/fibmobile.html> consultada en mayo del 2014.

<http://laguiadecaracas.net/locales/el-aula-magna-sala-de-espectaculos-en-la-ucv/> consultada en agosto del 2014.

<http://www.calder.org/> consultada en diciembre del 2014.

<http://www.moma.org/?gclid=CJbZr8enh8YCFUoWHwod77EAaA&gclsrc=aw.ds> consultada en febrero del 2015.

<http://www.phimatrix.com/> consultada en octubre del 2014.

www.ucv.ve/organizacion/rectorado/direcciones/consejo-de.../6.html consultada en enero del 2015.

Material audiovisual

FONDATION BEYELER. *Alexander Calder at Fondation Beyeler, Art Basel Miami Beach*. Duración: 5:27 minutos. Consultado en enero del 2015.

www.youtube.com/watch?v=DScnuGhDuOc

WHITNEY MUSEUM. *Alexander Calder performs his "Circus"*. Nueva York. Duración: 5 minutos. Consultado en enero del 2015.

<http://www.whitney.org/Calder>

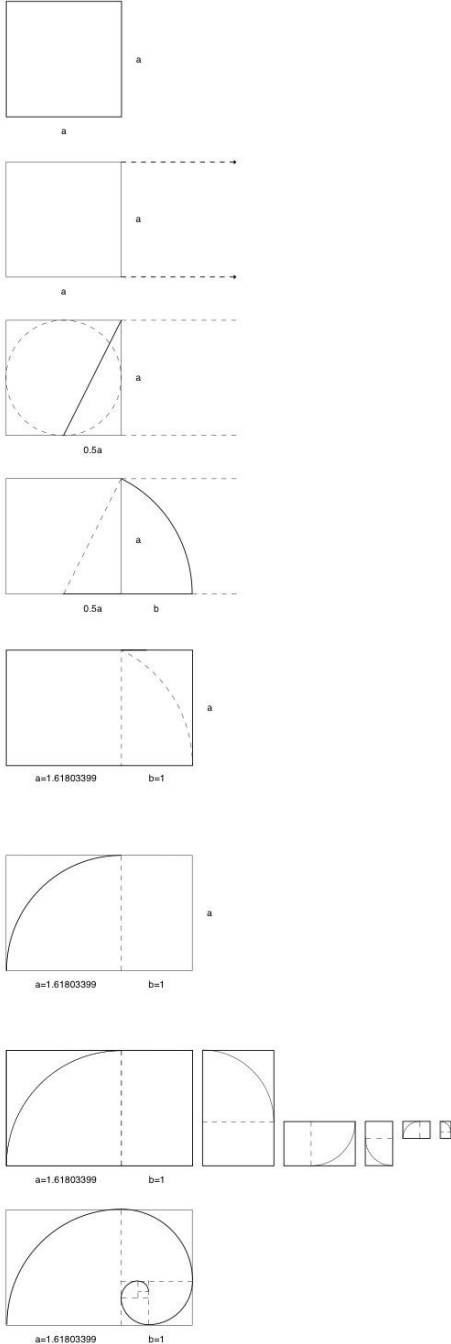
Anexos

1. Detalle de proceso áureo en el logo de la Pepsi

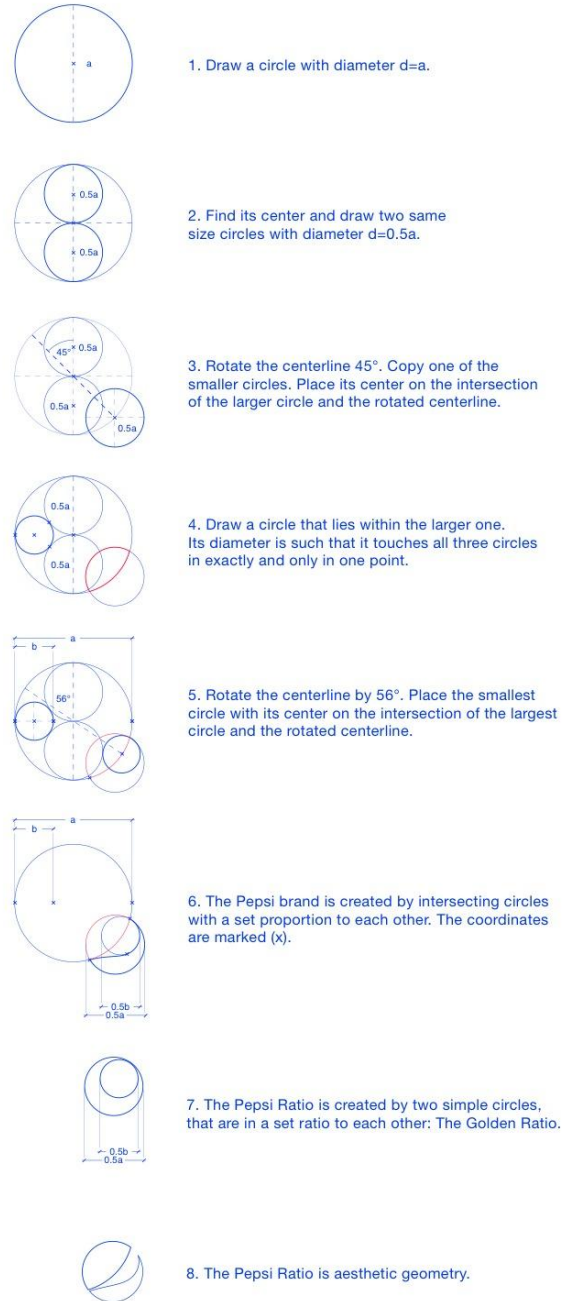
BREATHTAKING

Creation of Identity: A Blueprint for Proportions

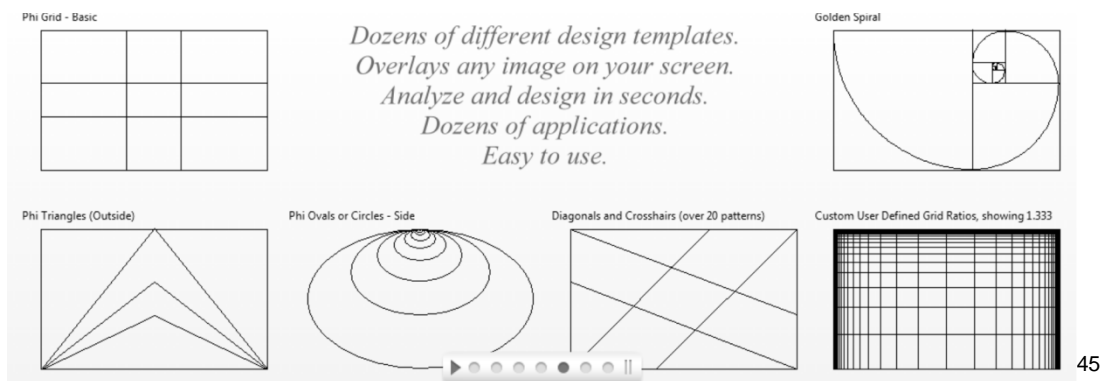
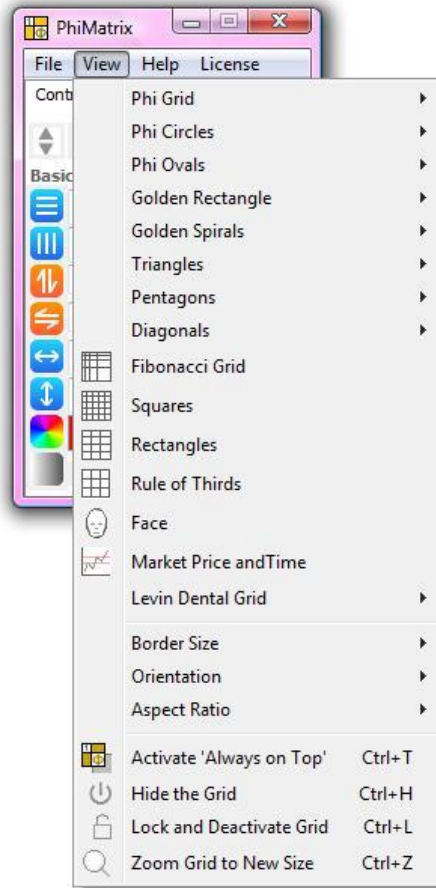
A. The Golden Ratio
It starts with a square.



B. The Pepsi Ratio
It starts with a circle.



2. Herramientas y uso de Phimatrix.



⁴⁵ Docenas de diferentes diseños de plantillas.
Recubre cualquier imagen en tu pantalla.
Analiza y diseña en segundos.
Docenas de aplicaciones.
Fácil de usar.