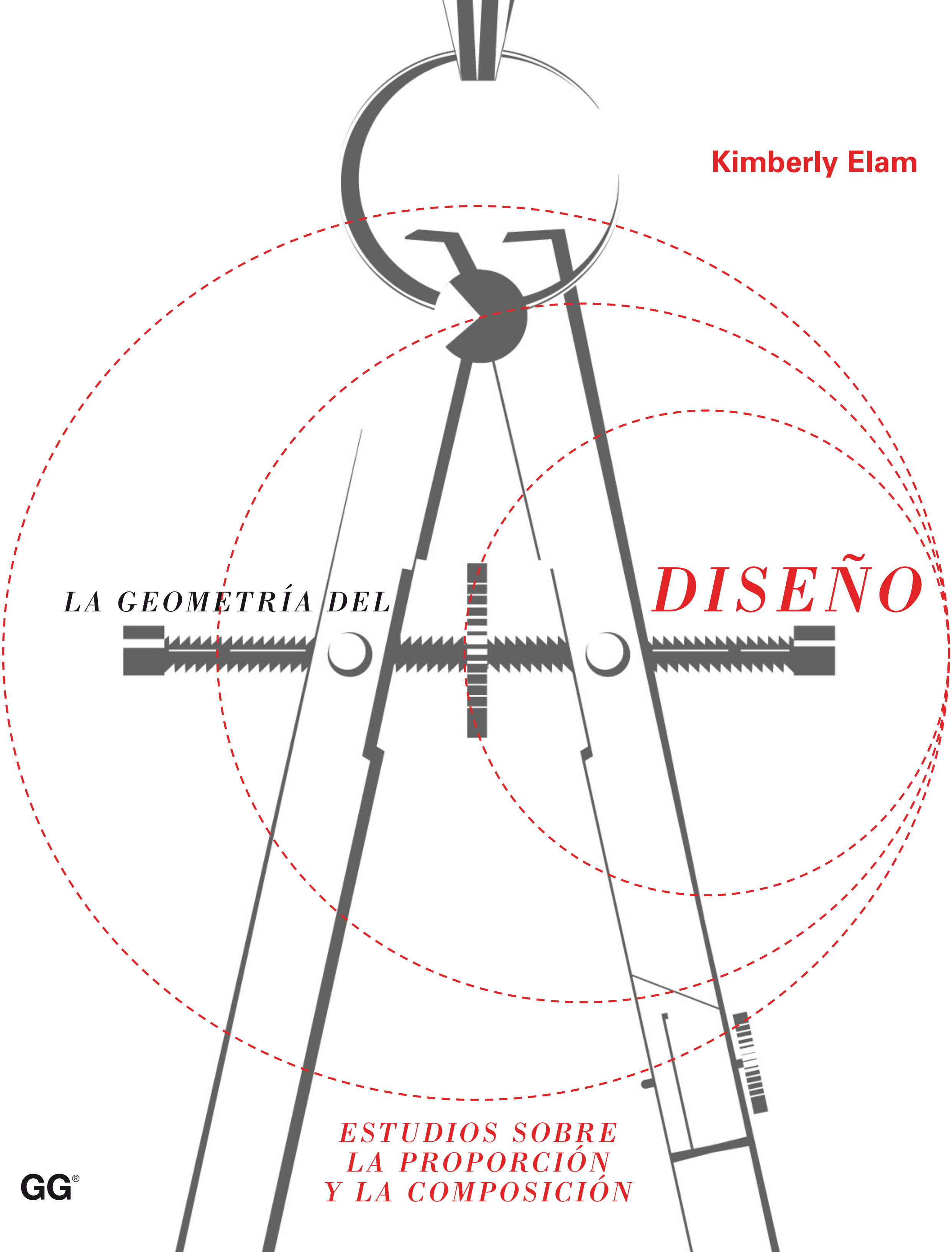
Kimberly Elam

LA GEOMETRÍA DEL DISEÑO



ESTUDIOS SOBRE LA PROPORCIÓN Y LA COMPOSICIÓN

GG®

La geometría del diseño: Estudios sobre la proporción y la composición

Kimberly Elam

GG®

Título original: *Geometry of Design. Studies in Proportion and Composition*
Publicado originalmente por Princeton Architectural Press, 2011

Traducción: Álvaro Marcos
Diseño: Kimberly Elam
Imágenes de contracubierta: Leonardo da Vinci, *Figura humana en un círculo* cortesía de Dover Publications Inc., *Leonardo Drawings*, 1980. Fotografía de la piña por Allen Novak.

ISBN: 978-84-252-2639-7 (digital PDF)
www.ggili.com

Índice

Introducción

Alberto Durero
De la correcta forma de las letras, 1535
"… nada aborrece tanto el sano juicio como una imagen perpetrada sin pericia técnica alguna, por mucho cuidado y diligencia que se aplique en su factura. Ahora bien, la única razón por la que los pintores de esta clase no son conscientes de su propio error es la de no haber aprendido Geometría, sin la cual nadie puede ser o llegar a ser un verdadero artista. La culpa de esta falta debe serle atribuida, sin embargo, a sus maestros, ignorantes, ellos mismos, de esta arte."

Le Corbusier
Hacia una nueva arquitectura, 1931
"La geometría es el lenguaje del hombre [...] él ha descubierto ritmos, ritmos perceptibles por el ojo y claros en sus relaciones recíprocas. Y estos ritmos se encuentran en la misma raíz de las actividades humanas. Resuenan en el hombre con una inevitabilidad orgánica, la misma bella inexorabilidad que impele a perfilar la sección áurea a niños, viejos, legos y expertos."

Max Bill
Citado en Gottschall, *La comunicación tipográfica hoy*, 1989
"Soy de la opinión de que es posible desarrollar un arte mayormente basado en el pensamiento matemático."

Josef Müller-Brockmann
El artista gráfico y sus problemas de diseño, 1968
"… las proporciones de los elementos formales y sus espacios intermedios se relacionan casi siempre con ciertas progresiones numéricas secuenciadas lógicamente."

Como profesional y profesora de diseño gráfico he visto con demasiada frecuencia el descalabro que algunas ideas conceptualmente excelentes sufren a lo largo del proceso de ejecución, en gran medida debido a que el diseñador o diseñadora no poseía una comprensión adecuada de los principios visuales de la composición geométrica. Dichos principios implican el conocimiento de los sistemas de proporción clásicos, como la sección áurea o los rectángulos raíz, así como las ratios, la interrelación de las formas y las líneas reguladoras. Este libro pretende explicar de manera visual los principios de la composición geométrica y ofrece una amplia selección de diseños profesionales de carteles, productos y edificios cuyo análisis visual se desarrolla aquí según esos mismos principios.

Los proyectos que aquí se analizan fueron seleccionados porque han demostrado resistir el paso del tiempo y pueden considerarse, en muchos aspectos, "clásicos" del diseño. Dichos proyectos, que aparecen ordenados cronológicamente, guardan relación tanto con el estilo y la tecnología propios de una era determinada como con la cualidad atemporal del diseño clásico. Por encima de las diferencias de los periodos en los que fueron creados y sus diferencias formales (desde pequeños gráficos bidimensionales a estructuras arquitectónicas), guardan una notable similitud en su sabia planificación y organización geométrica.

El objetivo de *La geometría del diseño* no es cuantificar la estética a través de la geometría, sino revelar las relaciones visuales que se asientan en cualidades esenciales de la propia vida, como la proporción y los patrones de desarrollo, así como las matemáticas. Por todo ello, la finalidad de este libro es aportar profundidad y fundamento al proceso de diseño y, mediante la estructura visual, dar coherencia al resultado. Gracias a este conocimiento el artista o el diseñador pueden encontrar nuevas posibilidades al tiempo que revalorizan su trabajo.

Kimberly Elam
Ringling College of Art and Design

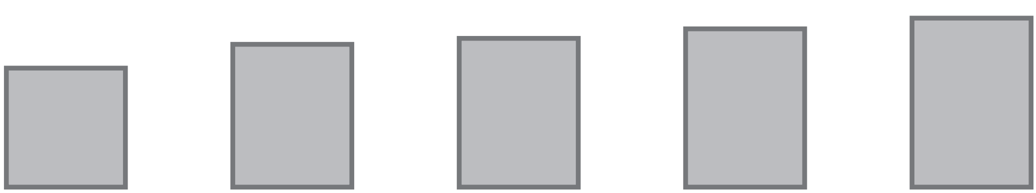
Preferencias cognitivas sobre la proporción

A lo largo de la historia puede observarse y documentarse una preferencia cognitiva humana por las proporciones de la sección áurea, tanto en la naturaleza como en los entornos creados por la mano del hombre. Una de las pruebas más tempranas del uso de la proporción 1:1,618 del rectángulo áureo se encuentra en la construcción de Stonehenge, que data de los siglos XX y XVI a. C. Podemos encontrar otros ejemplos de su uso en la escritura, el arte y la arquitectura de la Antigua Grecia, hacia el siglo V a. C.

Más adelante, los artistas y arquitectos del Renacimiento también estudiaron, documentaron y emplearon las proporciones de la sección áurea en notables obras de escultura, pintura y arquitectura. Las proporciones de la sección áurea pueden encontrarse no solo en objetos manufacturados por el hombre sino también en la naturaleza, en las proporciones del cuerpo humano y en los patrones de crecimiento y desarrollo de muchas plantas, animales e insectos.

Tabla de preferencias sobre las proporciones del rectángulo

Proporción: Anchura/Longitud	Rectángulo preferido % Fechner	% Lalo	Rectángulo menos popular % Fechner	% Lalo	
1:1	3,0	11,7	27,8	22,5	cuadrado
5:6	0,2	1,0	19,7	16,6	
4:5	2,0	1,3	9,4	9,1	
3:4	2,5	9,5	2,5	9,1	
7:10	7,7	5,6	1,2	2,5	
2:3	20,6	11,0	0,4	0,6	
5:8	35,0	30,3	0,0	0,0	sección áurea
13:23	20,0	6,3	0,8	0,6	
1:2	7,5	8,0	2,5	12,5	cuadrado doble
2:5	1,5	15,3	35,7	26,6	
Totales:	100,0	100,0	100,0	100,1	



1:1 cuadrado   5:6   4:5   3:4   7:10

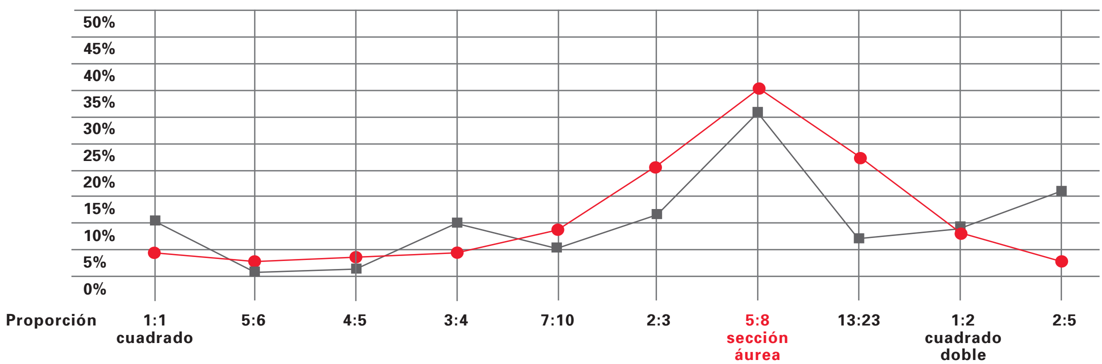
A finales del siglo XIX el psicólogo alemán Gustav Fechner, atraído por las propiedades de la sección áurea, desarrolló una investigación sobre la respuesta humana a sus especiales cualidades estéticas. La curiosidad de Fechner se debía a la existencia documentada de una preferencia arquetípica y transcultural por las proporciones denominadas “áureas”.

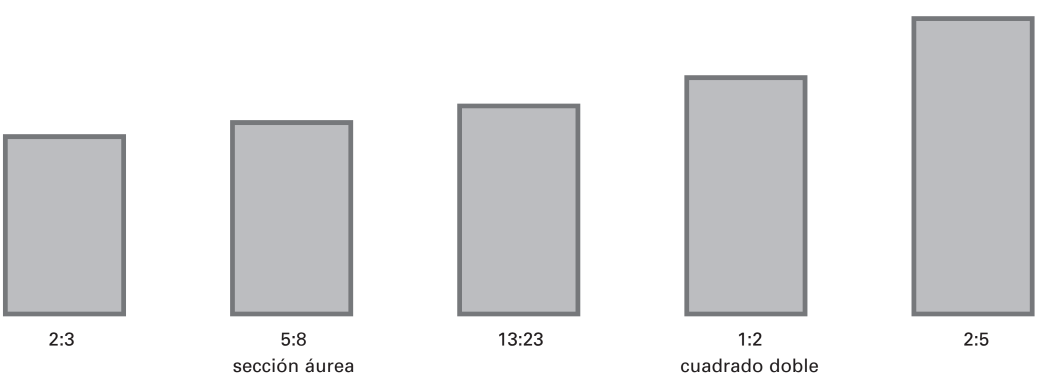
Fechner limitó su experimento a los entornos y objetos creados por el hombre y empezó por medir miles de objetos rectangulares tales como libros, cajas, edificios, cajas de cerillas, periódicos, etcétera. Averiguó así que la ratio media del rectángulo se acercaba a la razón conocida como “sección áurea”, 1:1,618 y que la mayoría de las personas sienten una preferencia intuitiva por las formas rectangulares cuyas proporciones se acercan a ella. Los experimentos de Fechner, meticulosos aunque incidentales, fueron repetidos con mayor rigor científico por Charles Lalo en 1908 y, más adelante, por otros investigadores con resultados siempre asombrosamente similares.

Gráfico de las preferencias sobre las proporciones del rectángulo

Gráfico de Fechner de las preferencias sobre el rectángulo favorito, 1876

Gráfico de Lalo, 1908



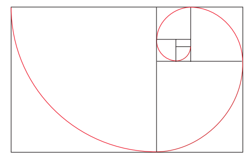


Proporción y naturaleza

"El poder de la sección áurea para generar armonía se deriva de su capacidad única para integrar diferentes partes de un todo de manera que cada una de ellas conserve su propia identidad al tiempo que se integra en el patrón superior de ese todo."
György Doczi, *The Power of Limits*, 1994

Esta inclinación por la sección áurea no se limita al ámbito de las preferencias estéticas humanas, sino que también puede apreciarse en las significativas relaciones de proporción que se establecen en los patrones de crecimiento de seres vivos como plantas y animales.

El diseño en espiral de muchas conchas revela un patrón acumulativo de desarrollo. Estos patrones de crecimiento han sido objeto de numerosos estudios tanto científicos como artísticos. Los patrones de las conchas son espirales logarítmicas de proporciones áureas y se consideran el patrón de crecimiento perfecto.



Espiral áurea
Diagrama constructivo del rectángulo áureo y de la espiral resultante.

Nautilo
Sección transversal del patrón de desarrollo en espiral del nautilo.

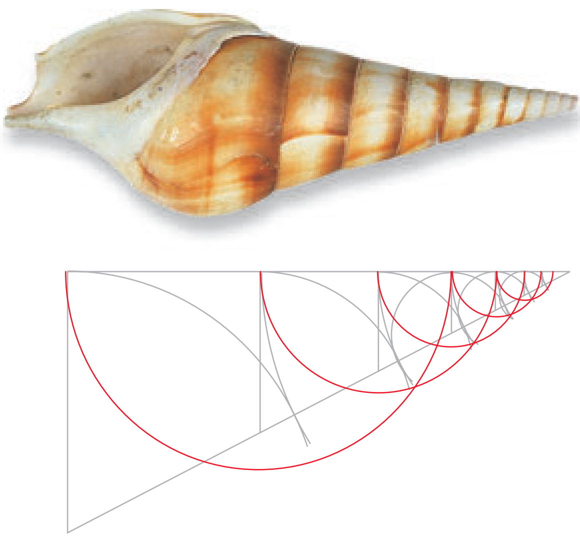
Concha marina atlántica
Patrón de desarrollo en espiral.

Caparazón del caracol de luna
Patrón de desarrollo en espiral.

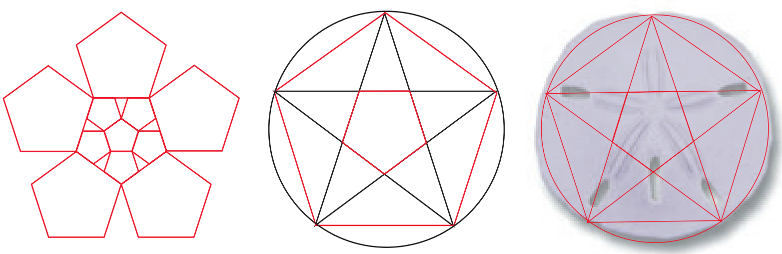
En su libro *The Curves of Life*, Theodore Andreas Cook describe estos patrones de desarrollo como "los procesos esenciales de la vida". En cada fase de desarrollo, que está señalada por una espiral, la nueva espiral se acerca mucho a la sección áurea de un cuadrado mayor que el de la anterior. Los patrones de crecimiento del nautilo y de otras conchas y caracolas no constituyen nunca proporciones exactas de la sección áurea. De hecho, en las proporciones del desarrollo biológico parece existir un intento de aproximarse a las proporciones espirales áureas, pero sin igualarlas nunca con exactitud.

El pentágono y la estrella pentagonal o pentacular, que comparten proporciones con la sección áurea, pueden encontrarse también en muchos seres vivos, como el erizo de mar aplanado. Las subdivisiones interiores de un pentágono crean una estrella pentagonal y la razón de cualquier par de líneas de una estrella pentagonal se ajusta a la sección áurea: 1:1,618.

Comparación del patrón de crecimiento en espiral de una caracola *Tibia* y la proporción áurea

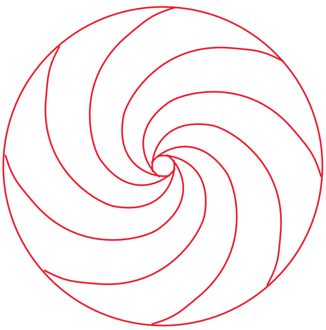


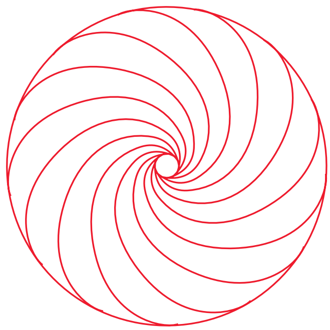
Patrón pentagonal
El pentágono y la estrella de cinco puntas o pentacular poseen proporciones áureas, ya que la razón de los lados de los triángulos inscritos en esas figuras es de 1:1,618. Las mismas relaciones proporcionales pueden encontrarse en el erizo de mar aplanado y en la estructura de los copos de nieve.

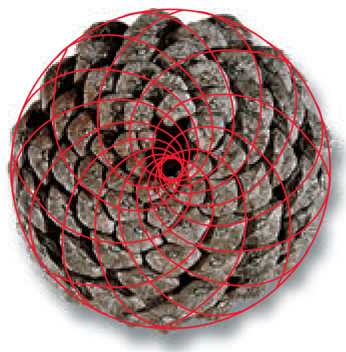


Los patrones de desarrollo en espiral del girasol y de las piñas de pino tienen similitudes. Las semillas de ambos crecen a lo largo de dos espirales intersecantes que se prolongan en direcciones opuestas y cada semilla pertenece a ambos conjuntos de espirales intersecantes. Al examinar las espirales de la semilla de la piña de pino, se observa que 8 de ellas siguen el sentido de las agujas del reloj y 13 el sentido opuesto, se aproximan, así, a las proporciones de la sección áurea. En el caso de las espirales del girasol, encontramos 21 espirales en el sentido de las agujas del reloj y 34 en sentido opuesto, de modo que, de nuevo, el conjunto se aproxima a la sección áurea.

Los números 8 y 13 que aparecen en la piña y los números 21 y 34 que aparecen en el girasol resultan muy familiares a los matemáticos. Se trata de pares adyacentes en la secuencia matemática llamada secuencia Fibonacci. Cada número de dicha secuencia es el resultado de la suma de los dos anteriores: 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8,







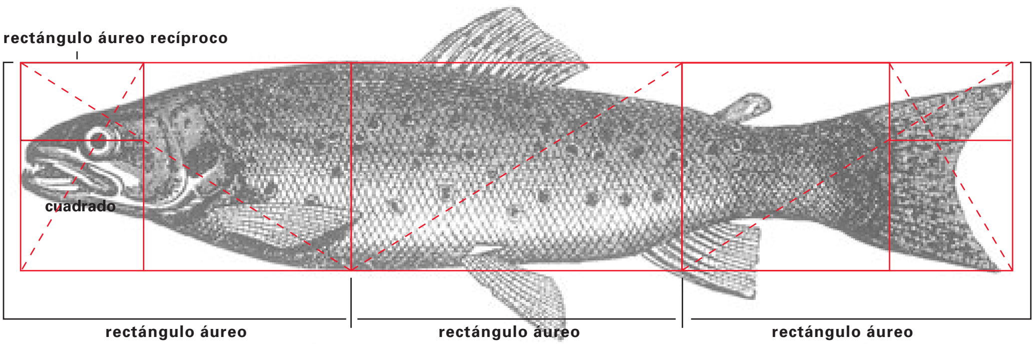
Patrón de crecimiento en espiral en las piñas
Cada una de las semillas que integran la piña de un pino pertenece a dos series distintas de espirales. Ocho de ellas describen un movimiento en el sentido de las agujas del reloj y trece en sentido opuesto. La proporción 8:13 equivale a 1:1,625, muy próxima a la proporción áurea, 1:1,618.

Patrón de crecimiento en espiral de los girasoles
Como sucede con la piña de los pinos, cada una de las semillas del girasol se inscribe dentro de dos juegos diferentes de espirales. Veintiún espirales describen un movimiento en el sentido de las agujas del reloj y treinta y cuatro en sentido contrario. La proporción 21:34 equivale a 1:1,169, lo cual se acerca mucho a la proporción áurea, 1:1,618.

13, 21, 34, 55… Así, la razón de los números adyacentes tiende progresivamente hacia la razón áurea: 1:1,618. También la forma de muchos peces guarda relación con la proporción áurea. Por ejemplo, si superponemos tres diagramas de construcción de la sección áurea sobre el cuerpo de una trucha arcoíris, veremos claramente la relación entre el ojo y la aleta trasera en los rectángulos y cuadrados áureos recíprocos. Además, las proporciones de cada aleta, tomadas individualmente, también se ajustan a la sección áurea.

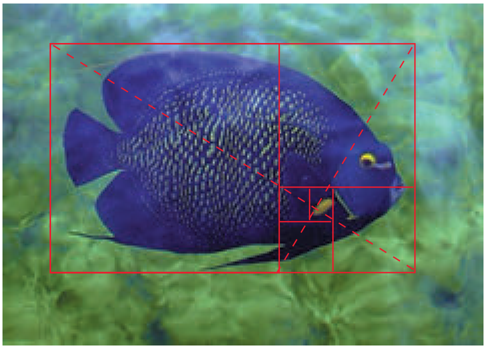
También la figura del pez tropical llamado ángel azul encaja perfectamente en un rectángulo áureo y la boca y las branquias se encuentran en el punto recíproco de la sección áurea correspondiente a la altura del pez.

Tal vez una parte de la fascinación que los humanos sentimos hacia el entorno natural y hacia algunos seres vivos como las caracolas, las flores y ciertos peces se deba a nuestra preferencia subconsciente por las proporciones, las formas y los patrones áureos.



Análisis de la sección áurea de una trucha
El cuerpo de la trucha está compuesto por tres rectángulos áureos. El ojo se encuentra al nivel de un rectángulo áureo recíproco, al igual que la aleta caudal, definida por otro rectángulo áureo.

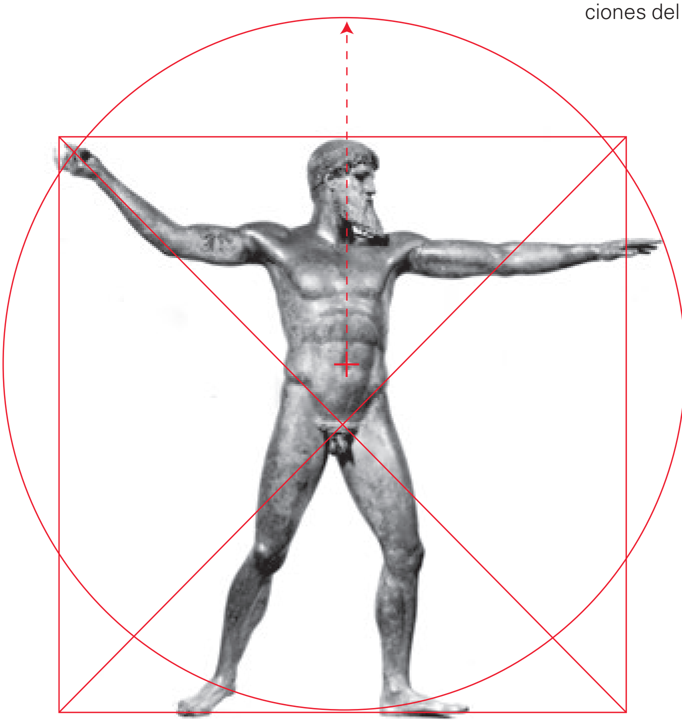
Análisis de la sección áurea de un pez ángel azul
El cuerpo entero del pez puede inscribirse dentro de un rectángulo áureo. La ubicación de la boca y las branquias coincide con el rectángulo áureo recíproco.

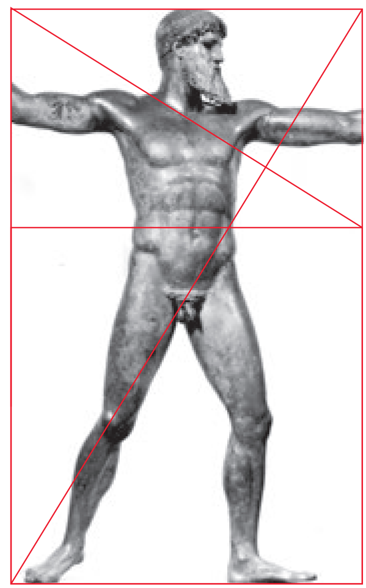


Las proporciones del cuerpo humano en la escultura clásica

Igual que todas estas plantas y animales, las proporciones del ser humano también participan de la sección áurea. Quizás otra de las razones que explican nuestra preferencia cognitiva por la sección áurea sea que el rostro y el cuerpo humano comparten las relaciones de proporción matemática que se observan en todos los seres vivos.

Algunas de las investigaciones más antiguas sobre las proporciones del cuerpo humano y su relación con la arquitectura que se conservan por escrito se encuentran en la obra de Marco Vitruvio Polión, arquitecto y erudito romano más conocido como Vitruvio, quien aconsejaba que la arquitectura de los templos se proyectara a imagen y semejanza de las perfectas proporciones del cuerpo humano, reflejando la armonía exis-





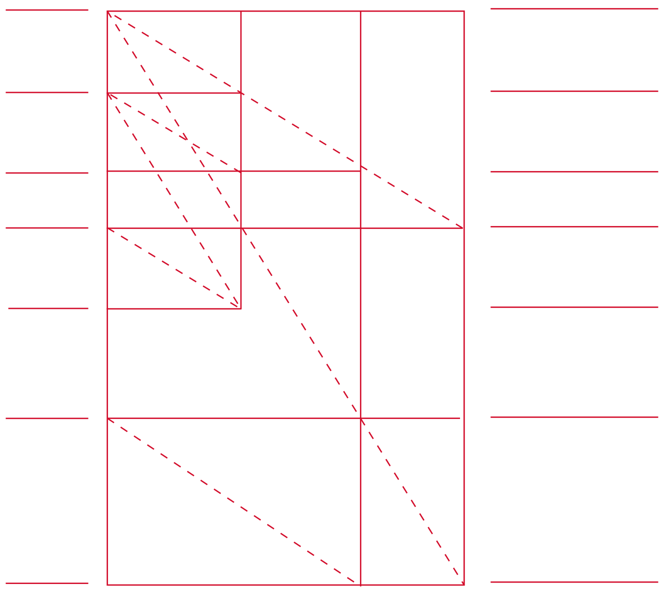
Análisis de *Poseidón* según el canon de Vitruvio
El cuerpo está encerrado en un cuadrado y, al tiempo, las manos y los pies tocan un círculo que tiene el ombligo como centro. El cuerpo queda dividido en dos a la altura de la ingle y (derecha) a la altura del ombligo por la sección áurea.

tente entre sus partes. En su descripción de dichas proporciones, Vitruvio explicó que la altura de un hombre bien proporcionado es igual a la longitud que alcanzan sus brazos estirados. Así, la altura del cuerpo y la longitud de los brazos estirados forman un cuadrado que delimita la figura corporal, mientras que las manos y los pies tocan un círculo que tiene el ombligo como centro. Mediante este sistema, la figura humana queda dividida por la sección áurea a la altura del ombligo y por una línea que la secciona en dos mitades a la altura de la ingle. Aunque las estatuas del *Doríforo* ("portador de lanza") y de *Poseidón* fueron creadas por escultores diferentes, sus proporciones están claramente basadas en el canon de Vitruvio. Ambas datan del siglo V a. C. y su análisis es prácticamente idéntico.

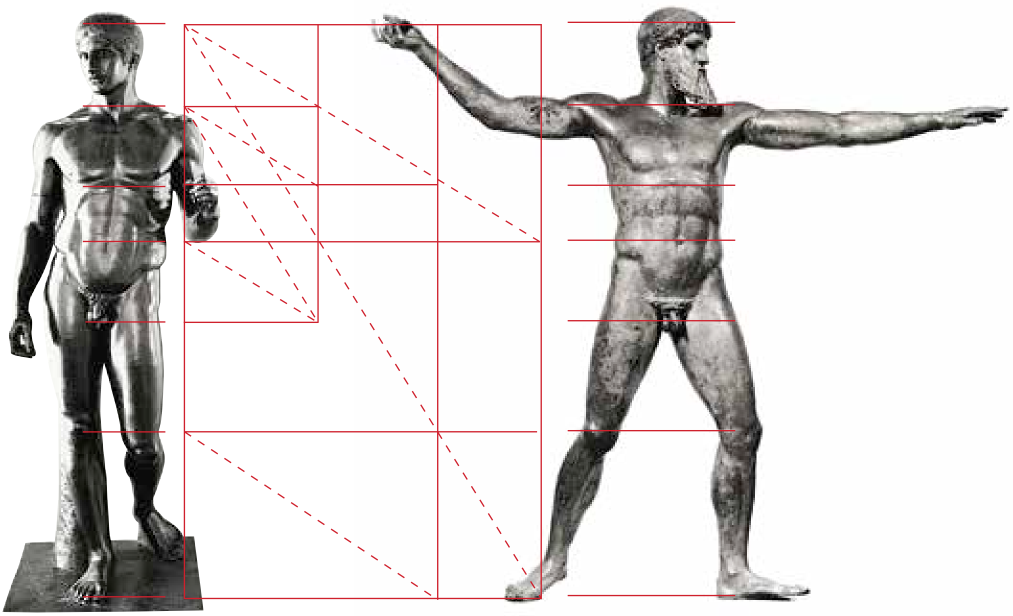
***Doríforo,* el "portador de la lanza"**

Poseidón de Artemisión

Las proporciones áureas de la escultura griega
La representación del rectángulo áureo es un rectángulo con una diagonal inscrita. Numerosos rectángulos áureos comparten esta diagonal. Las proporciones de las dos figuras son casi idénticas.



tente entre sus partes. En su descripción de dichas proporciones, Vitruvio explicó que la altura de un hombre bien proporcionado es igual a la longitud que alcanzan sus brazos estirados. Así, la altura del cuerpo y la longitud de los brazos estirados forman un cuadrado que delimita la figura corporal, mientras que las manos y los pies tocan un círculo que tiene el ombligo como centro. Mediante este sistema, la figura humana queda dividida por la sección áurea a la altura del ombligo y por una línea que la secciona en dos mitades a la altura de la ingle. Aunque las estatuas del *Doríforo* ("portador de lanza") y de *Poseidón* fueron creadas por escultores diferentes, sus proporciones están claramente basadas en el canon de Vitruvio. Ambas datan del siglo V a. C. y su análisis es prácticamente idéntico.



***Doríforo,* el "portador de la lanza"**

Poseidón de Artemisión

Las proporciones áureas de la escultura griega
La representación del rectángulo áureo es un rectángulo con una diagonal inscrita. Numerosos rectángulos áureos comparten esta diagonal. Las proporciones de las dos figuras son casi idénticas.