

# A Geometria do Design

## Estudos sobre proporção e composição da forma

*“ Em toda obra de arte autêntica, (e por autêntica se deve entender a tudo que pode atender a uma finalidade biológica, tudo que tenha geneticamente um valor), deve haver dois elementos: um de natureza matemática que dá causa à categoria de beleza, outro, de natureza orgânica, que dá origem à categoria de vitalidade. As maiores obras de arte, são, portanto, as que conjugam esses dois elementos em uma forma, a qual se pode chamar de **fundamental**, porque possuem tanto a beleza quanto a vitalidade”.*

**Herbert Read** (1893-1968)  
Poeta, crítico de arte e de literatura



## Prefácio do autor

Como profissional de design e educador, tenho visto idéias conceitualmente perfeitas enfrentarem dificuldades no processo de criação, principalmente porque o designer não é preparado para compreender os princípios visuais da composição geométrica.

Tais princípios incluem a compreensão dos sistemas clássicos de proporção, como a razão áurea e os retângulos elementares, assim como as relações e proporções, inter-relações entre formas e suas linhas reguladoras.

*Kimberly Elam* Escola de Design de Ringling

## Sinopse

*O objetivo da Geometria do Design não é quantificar a estética através da geometria, mas sim, mostrar as relações visuais que têm seus fundamentos nas qualidades essenciais da vida, assim como, a proporção e padrões de crescimento é natural na matemática.*

*Seu propósito é proporcionar um insight no processo projetual e conferir coerência ao design, através de uma “estrutura visual”. De posse deste insight, o artista e o designer, poderão encontrar validade e valores para seus próprios trabalhos e projetos.*

As obras selecionadas foram escolhidas porque resistiram ao teste do tempo e sob muitos aspectos podem ser considerados clássicos do design.

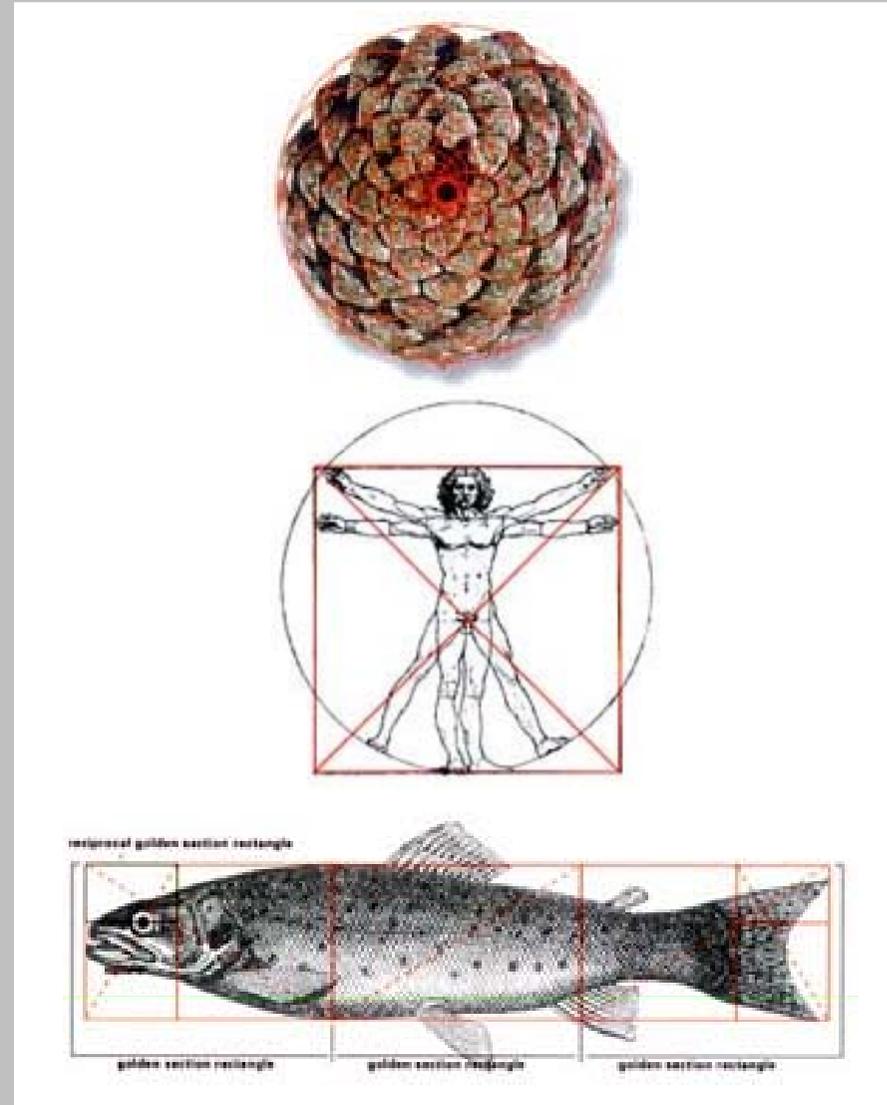
## Introdução

### *O que uma pinha, um corpo humano e uma truta tem em comum?*

Todos são providos de sistemas naturais de proporções que propiciam os fundamentos para o trabalho artistas, arquitetos e designers.

Ao desvendar estes sistemas naturais, revela-se a misteriosa relação entre a matemática e a beleza. Nos conduz até o reino da geometria – das Seções Ouro da Proporção Divina e da Seqüência de Fibonacci – em linguagem acessível a muitos dos avessos à matemática. Ela nos mostra como a simetria, a ordem e o equilíbrio visual realçam o design, desde os pôsteres de Jan Tschichold à cadeira *Barcelona* de Mies V. der Rohe até o novo Besouro (*New Beetle*) da Volkswagen.

A *Geometria do Design* explica, não somente como as ciências da medição informam, e até mesmo criam, a beleza nas obras da natureza e da criação humana mas, principalmente, como usar tais técnicas para tornar belos os nossos próprios designs.



## Depoimentos

### A natureza não conhece nenhuma estética contrária a razão.

#### **Albrecht Dürer**

*Do formato correto das cartas, 1535*

“... um julgamento sadio abomina um quadro cuja feitura tenha dispensado o conhecimento técnico, mesmo que tenha sido executado com cuidado e diligência. A única razão pela qual pintores de tal categoria não se apercebem de seus próprios erros é que eles não aprenderam geometria, sem a qual ninguém se pode tornar um artista absoluto, todavia, a culpa disso deve ser creditada aos mestres, que por sua vez, ignoram esta arte.”

#### **Josef Müller-Brockmann**

*O Artista Gráfico e seus Problemas com Design, 1968*

“...as proporções dos elementos formais e seus espaços intermediários estão muitas vezes relacionados a certas progressões numéricas lógicas.”

#### **Max Bill**

*Retirado dos escritos de 1949*

“Sou de opinião de que se pode desenvolver a arte, com base no pensamento matemático.”

#### **György Doczi**

*O Poder dos Limites, 1994*

“O poder da seção áurea em criar harmonia deriva de sua propriedade única de unir partes diferentes de um todo, de forma a que cada uma delas preserve sua identidade própria, mas amolda-se a um padrão maior de um todo.”

#### **Le Corbusier**

*Por Uma Nova Arquitetura, 1931*

“A geometria é a linguagem do homem... ele descobriu o ritmo, os ritmos aparentes aos olhos e os espaços em suas relações mútuas, e estes ritmos e espaços são as verdadeiras essências das atividades humanas. Eles ressoam no homem por uma inevitabilidade orgânica, a mesma inevitabilidade que ocasiona o traçado da seção áurea pelos jovens, velhos, selvagens e instruídos.”

## Preferências Cognitivas de Proporção

No contexto da obra humana e do mundo natural existe uma comprovada preferência humana cognitiva pela proporção áurea, comprovada através da história. A arquitetura de STONEHENGE, na Grã-Bretanha, onde se encontra o mais importante monumento megalítico da Europa (2000 a.C) é uma das mais antigas evidências do uso do retângulo áureo, com uma proporção de 1:1,618. Encontram-se outras evidências em escritos, na arte e arquitetura dos gregos e civilizações antigas, no século 500 a.C.

Bem mais tarde, os artistas renascentistas estudaram, documentaram e empregaram a razão áurea em esculturas célebres, pinturas e obras de arquitetura.

Além da obra humana, as proporções áureas podem ser encontradas no mundo natural, através das proporções dos seres humanos e dos padrões de crescimento de muitas plantas, animais e insetos.

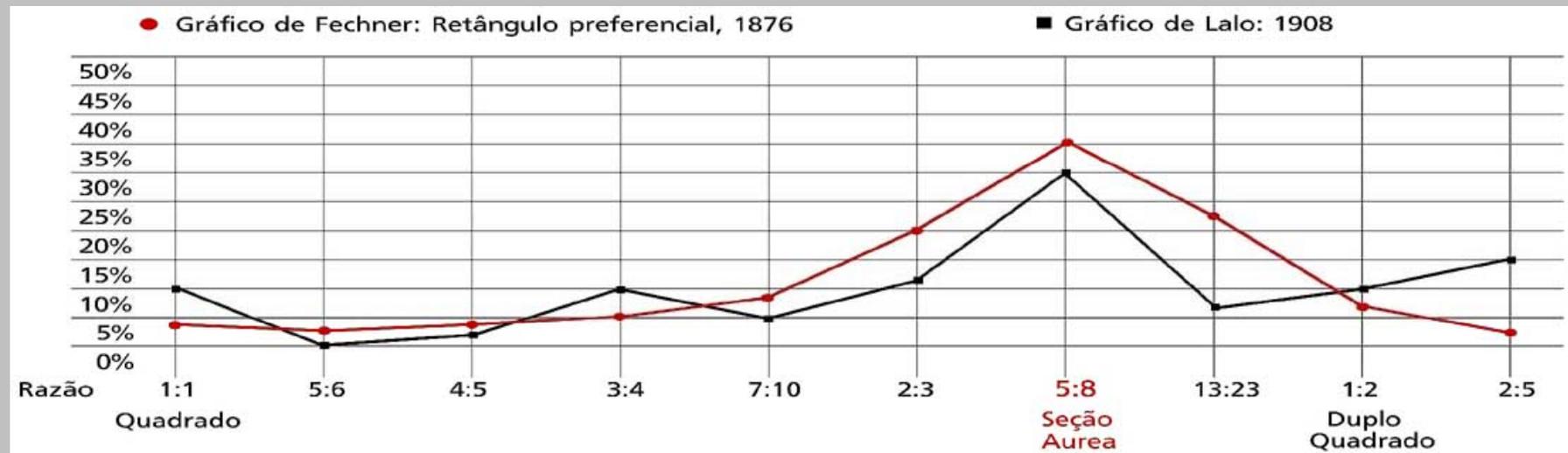
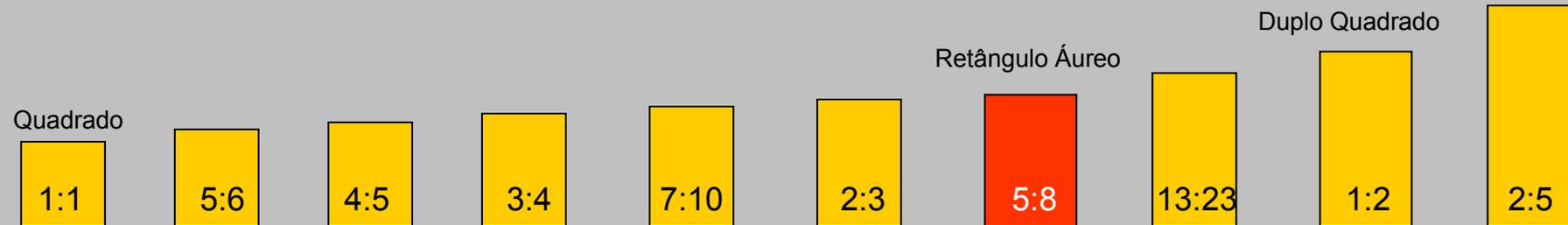
*O psicólogo alemão Gustav Fechner, no final do 19º século, investigou a resposta humana às qualidades estéticas especiais do retângulo áureo. A curiosidade de Fechner deveu-se à preferência estética pela seção áurea, documentada numa extensa gama de arquetipos culturais.*

*Fechner limitou seus estudos às obras feitas pelos seres humanos, tomando as medidas de milhares de objetos retangulares como: caixas, prédios, livros, jornais etc.*

*Ele concluiu que o retângulo médio aproximava-se do áureo, com a área 1:1,618, e que a maioria das pessoas preferia retângulos que guardassem aquela mesma proporção.*

*A experiência de Fechner foi repetida por Lalo, em 1908, e mais tarde por outros, que obtiveram resultados similares.*

# Tabelas das Proporções Preferidas em Retângulos



## A Anatomia do Compartilhar

A razão áurea não se limita unicamente às preferências estéticas humanas, mas fazem parte de relações notáveis entre as proporções dos padrões de crescimento de entidades vivas, como animais e plantas.

A espiral de contorno das conchas revela um padrão acumulativo de crescimento, que já foram objeto de numerosas investigações artísticas e científicas. Tais padrões são espirais logarítmicas de razão áurea, o que é conhecido como a teoria perfeita do padrão de crescimento.

Theodore Andréas Cook, em seu livro “As Curvas da Vida, descreve estes padrões de crescimento como “*Os processos essenciais da vida...*”

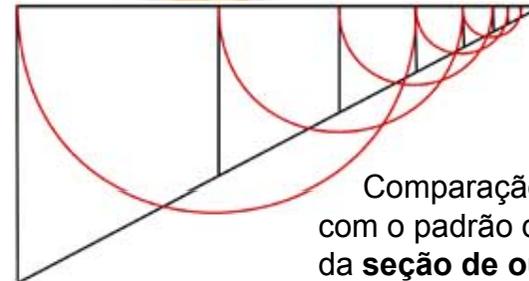
Em cada fase de crescimento, caracterizada por uma espiral, a nova espiral está muito próxima de um quadrado de razão áurea, maior do que a anterior.



**Atlantic Sundial Shell**  
crescimento espiralado



**Moon Snail Shell**  
crescimento espiralado



Comparação da **Tíbia Shell**  
com o padrão de crescimento  
da **seção de ouro**.

## A Anatomia do Compartilhar

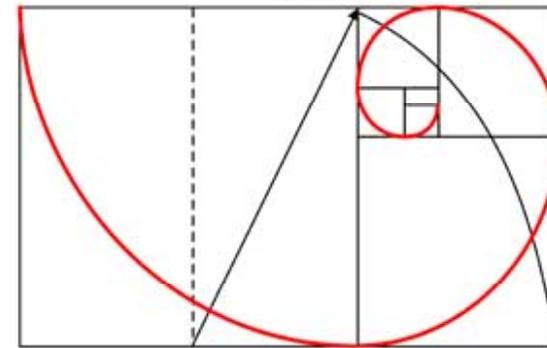
A Nautilus e outras conchas seguem exatamente aquele padrão que mostram como elas se abrem em espirais logarítmicas caracterizadas pelas proporções da seção áurea.

Uma típica espiral logarítmica do crescimento de uma concha mostra que cada estágio consecutivo de expansão é contido por um retângulo áureo que é um quadrado maior que o anterior.

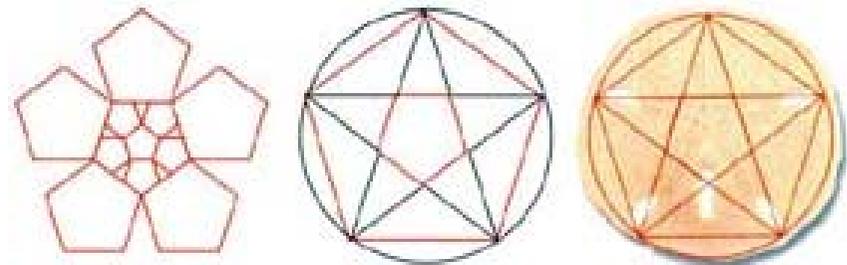
A estrela pentagonal, de cinco pontas, também ostenta proporções áureas e pode ser encontrada em muitos organismos vivos, como o ouriço.

As subdivisões interiores de um pentágono dão origem a uma estrela de cinco pontas, e a razão de cada duas linhas numa estrela de cinco pontas guarda a proporção de 1:1,618.

Chambered Nautilus



Construção da Espiral da Seção de Ouro



Pentagrama estelar

## A Anatomia do Compartilhar

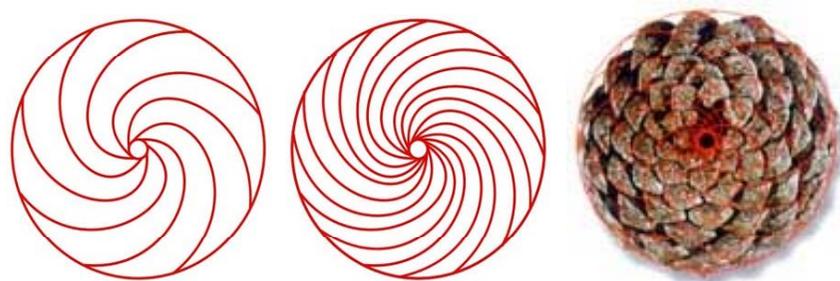
Os padrões de crescimento de espirais de uma pinha e do girassol são similares. As sementes de cada um crescem como duas espirais que se interceptam e movem-se em direções opostas, e cada semente pertence a ambos os pares de espirais. No exame das espirais de sementes de uma pinha, 8 delas movem-se na direção dos ponteiros de um relógio e 13 na direção contrária, numa razão muito próxima da áurea.

No caso do girassol, há 21 espirais num sentido e 34 no sentido oposto, também em proporções próximas à áurea.

Os números 8 e 13, como achados na espiral da pinha, 21 e 34, no girassol, são muito conhecidos dos matemáticos. Eles são pares de adjacentes de uma seqüência matemática denominada Seqüência de Fibonacci. Cada número da seqüência é determinado pela soma dos dois números prévios: 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233...

A relação de cada dois números adjacentes é progressivamente mais próxima da razão áurea de 1:1,618.

**Pinha**



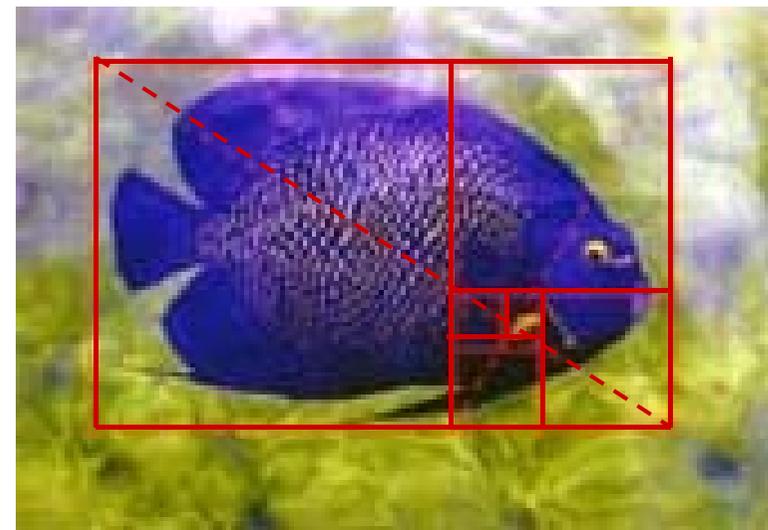
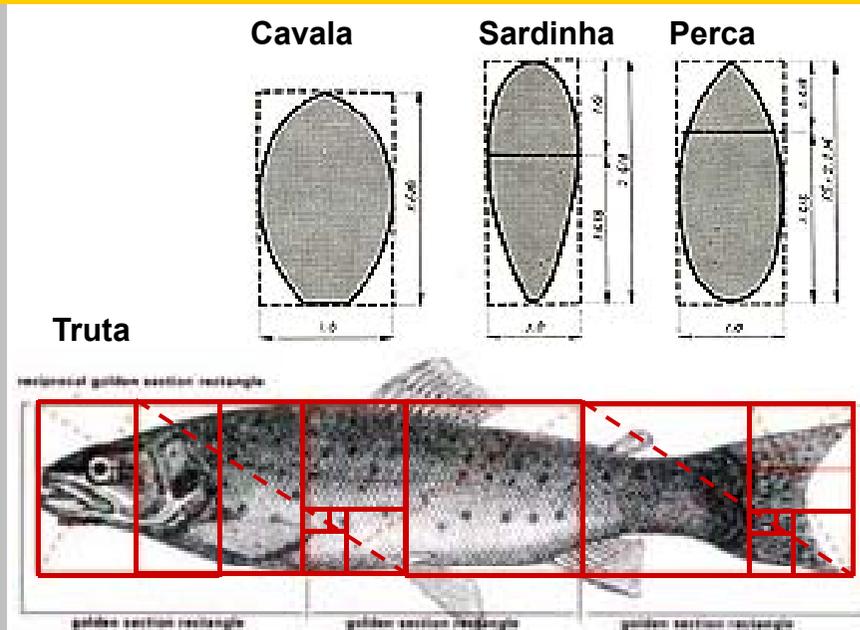
**Girassol**



# A Anatomia do Compartilhar

Muitos peixes também apresentam proporções áureas. Três seções de construção em proporção áurea, aplicadas ao corpo de uma truta, mostram as relações entre o olho e a barbatana da cauda em retângulos e quadrados áureos recíprocos. Além disso, as barbatanas individuais também guardam essas mesmas proporções.

A forma do peixe azul tropical cabe de forma perfeita num retângulo áureo. Sua boca e guelras apresentam-se em razões áureas recíprocas em relação à altura do seu corpo.



## Proporções do Corpo Humano na Escultura Clássica

Da mesma forma que plantas e animais apresentam proporções áureas, fenômeno similar ocorre com os seres humanos.

Esta talvez seja uma explicação para a preferência cognitiva pela razão áurea: a face e o corpo humano guardam as mesmas relações matemáticas encontráveis em outros seres vivos.

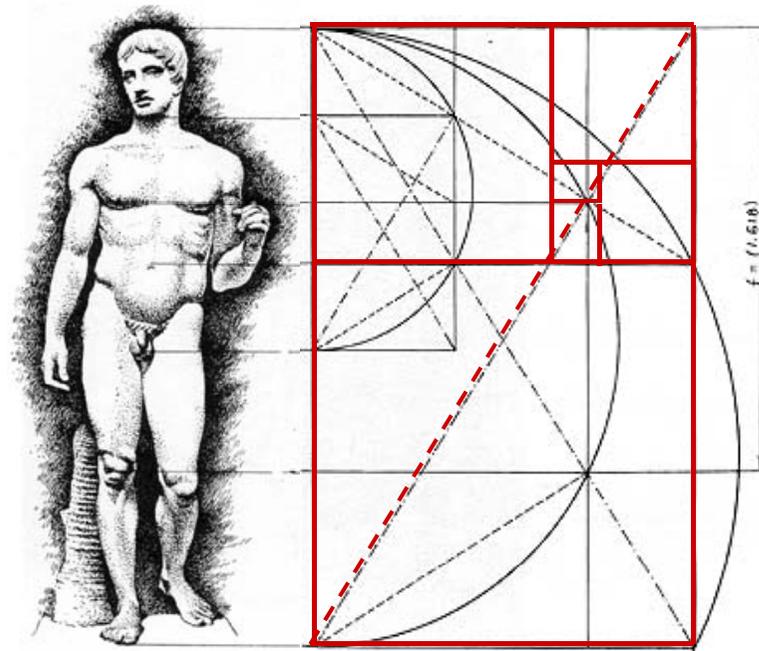
De acordo com este esquema, o corpo humano é dividido na metade da virilha, e pela seção áurea, no umbigo. As estátuas do Gladiador e de Zeus tomam por base a teoria de Vitruvius e a análise de suas proporções é praticamente idêntica.



Gladiador



Zeus

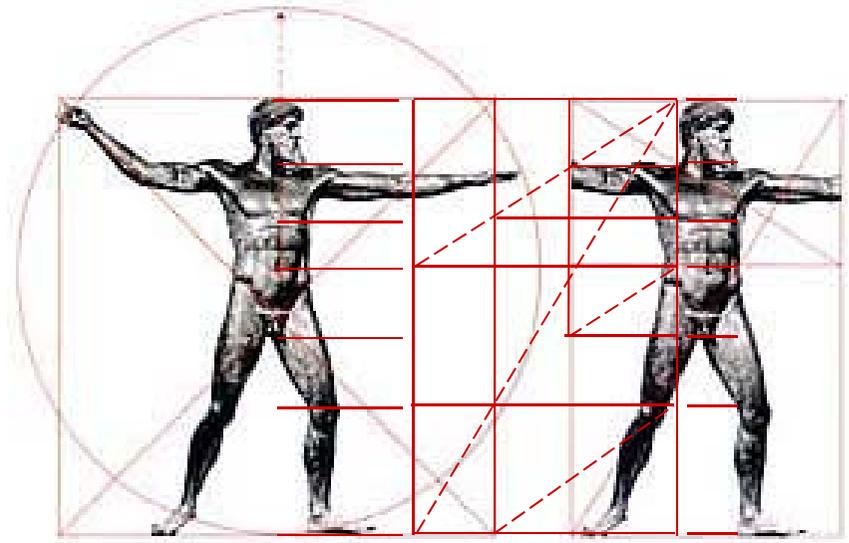


## Vitruvius / Dürer / Da Vinci

Um dos estudos escritos mais antigos, encontrados sobre o assunto, foi o do arquiteto grego Marcus Vitruvius Pollio, conhecido simplesmente como Vitruvius. Ele defendia que a arquitetura dos templos deveria tomar por base a analogia com um corpo humano perfeitamente proporcionado, que é harmônico em todas as suas partes.

Vitruvius descreveu tal proporção, explicando que num homem bem proporcionado, sua altura deve equivaler ao comprimento de seus braços estendidos (envergadura). A altura do corpo e o comprimento de seus braços estendidos criam um quadrado que envolve todo o corpo, enquanto as mãos e os pés tocam um círculo, tendo o umbigo como centro.

*Zeus analisado conforme o Canon de Vitruvius.*



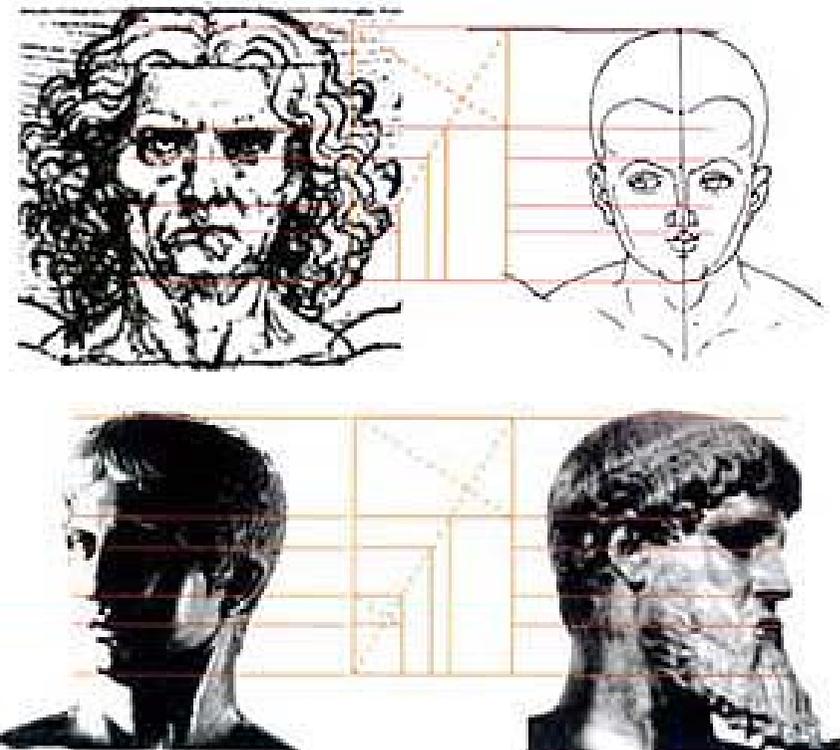
*O quadrado inscreve a altura do corpo; mãos e pés tocam o círculo cujo o centro é no umbigo. A figura é dividida ao meio na virilha pela seção áurea cujo lado superior do quadrado passa também no umbigo.*

## Proporções da Face

A teoria de Vitruvius inclui as proporções da face e do corpo. As características faciais guardam as proporções clássicas usadas nas esculturas gregas e romanas.

Embora tanto Da Vinci como Dürer tivessem empregado os padrões de Vitruvius, no que toca às proporções do corpo, tal não acontece com relação às faces, que apresentam diferenças notáveis: o sistema facial de Da Vinci está espelhado no de Vitruvius, e fracas linhas de construção podem ser vistas no seu desenho original das proporções humanas.

*Comparação das proporções faciais (desenhos de Da Vinci e Dürer)*



*A análise da proporção facial está em acordo com a teoria de Vitruvius, e as proporções são praticamente idênticas. O diagrama mostra um retângulo áureo único, como guia para o comprimento e largura da cabeça. Esse retângulo é subdividido por outros, sempre em proporção áurea, para determinar a colocação dos apêndices.*

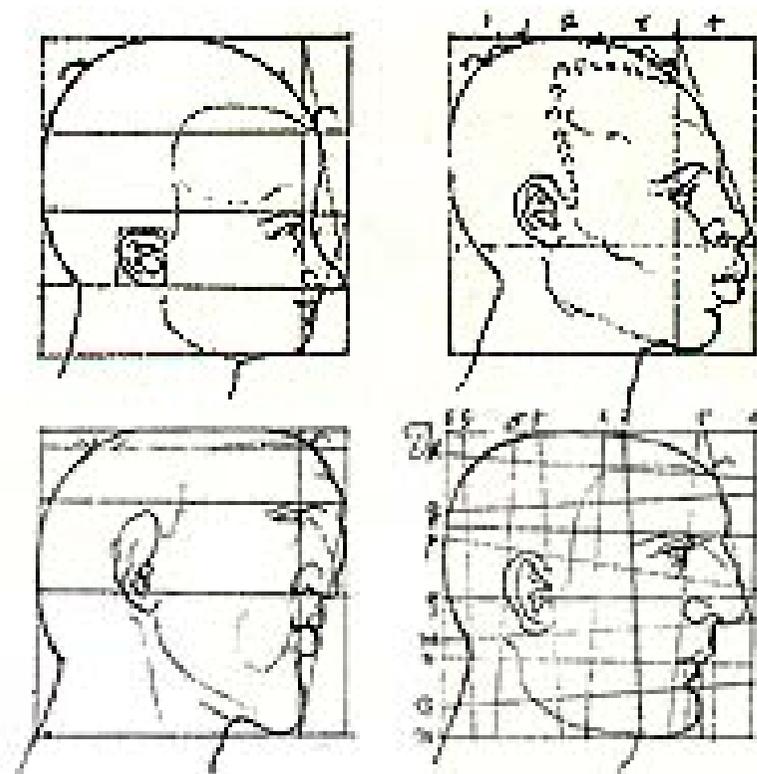
## Proporções da Face

Dürer, no entanto, usa proporções diferentes. As proporções por ele usadas em seu trabalho *“Homem inscrito num círculo”* caracterizam-se por órgãos faciais pequenos e uma grande frente que constituía, possivelmente, uma preferência estética da época. A face é dividida em duas partes por uma linha, uma no topo das sobrancelhas, com os olhos, nariz e boca; abaixo dela, um pescoço curto.

As mesmas proporções faciais são empregadas repetidamente em muitos dos desenhos contidos no livro *“Quatro livros sob a proporção humana,”* de 1528.

Dürer fez também algumas experiências em seu desenho *“Quatro cabeças construídas,”* no qual ele introduziu linhas oblíquas na grade de construção para produzir diversas variações.

### *Estudos de Dürer sobre a proporção facial.*



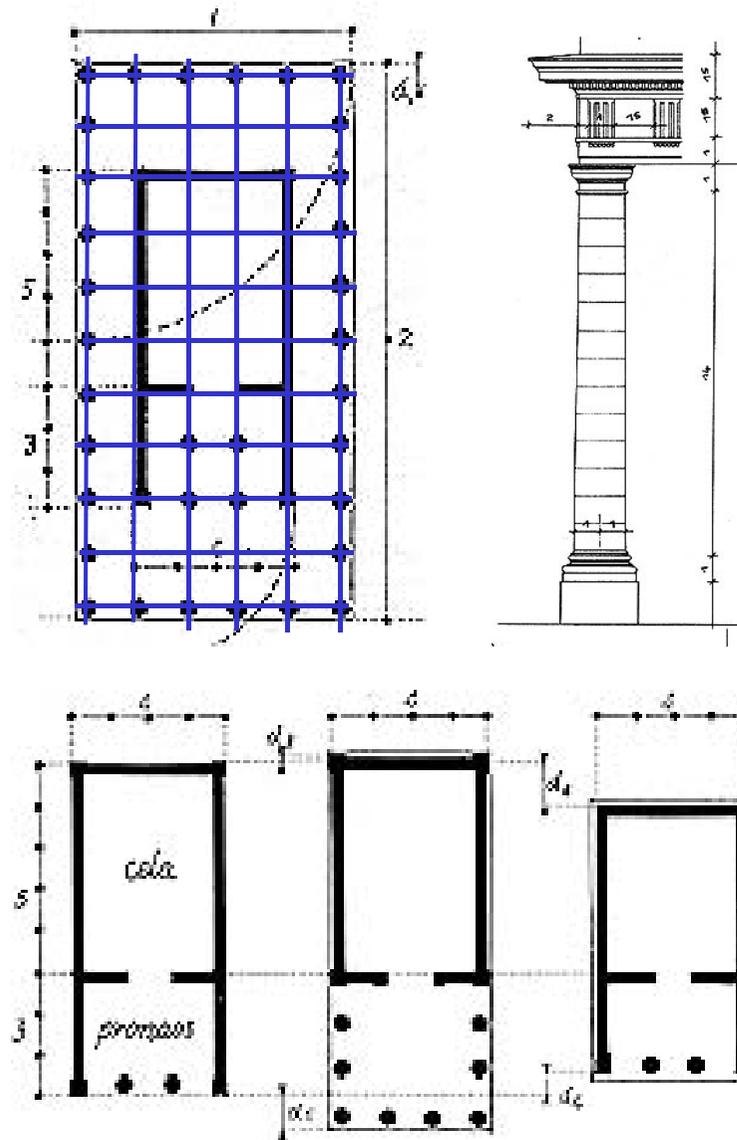
*Quatro exemplos da “Quadro Cabeças Construídas”.  
Estudos de Fisiognomia , cerca de 1526/27*

## Conceito de Módulo

De fato, Vitruvius, nos diz que os gregos até projetavam seus templos de acordo com as proporções humanas. Com base nisso, ele recomenda que o comprimento de um templo deve ser o dobro de sua largura, e as proporções do vestíbulo aberto e da câmara fechada interna devem conservar a relação 3 – 4 – 5; sendo 3 a profundidade do vestíbulo, 4 a largura e 5, a profundidade da câmara.

Vitruvius fez também outras recomendações em relação à muitas outras proporções para os templos, por exemplo; as distâncias entre as colunas e suas alturas ideais expressas com o diâmetro da coluna.

Esse elemento foi chamado de **Módulo**, um conceito que viria a cumprir um importante papel no decorrer da história da arquitetura.

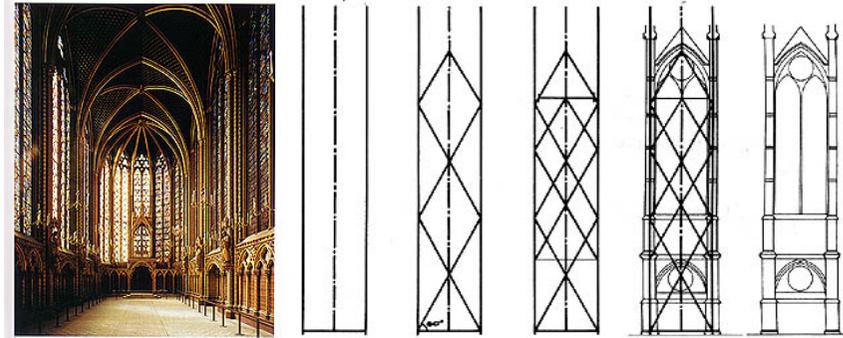


# Geometria Modular

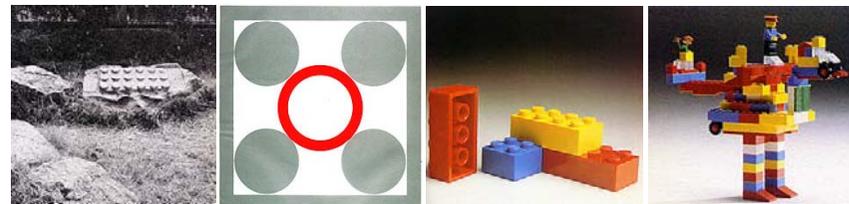
O estudo da geometria é extremamente importante na formação de designers, artistas e arquitetos: não há divisão de espaços sem a modulação geométrica; não há sistemas construtivos sem suportes geométricos que definam a localização virtual de elementos.

A divisão pela utilização de módulos concerne não somente ao plano, mas também, a outras dimensões do espaço.

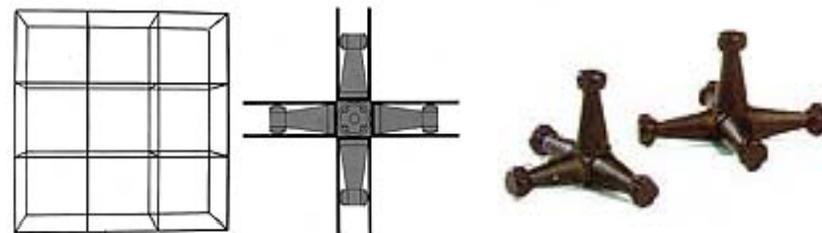
**A geometria modular é portanto o estudo rigoroso de formas que podemos planejar no plano para conceber o espaço.**



**Saint Chapelle**



**Sistema LEGO**



**Sistema ABSTRACTA**

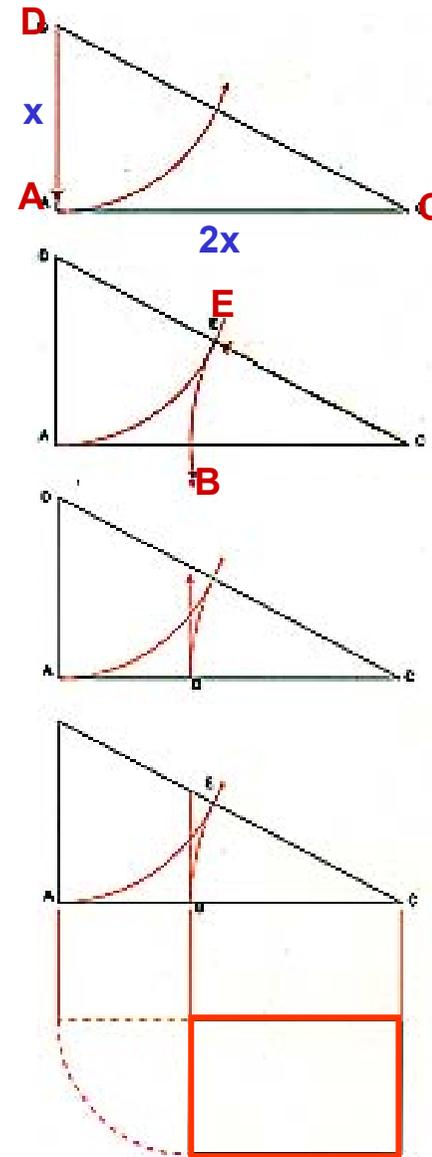
## Construção da Proporção Áurea

### A partir de um triângulo:

Comece com um triângulo retângulo, cujos catetos estão na proporção 1:2. Trace um arco desde **D**, usando o segmento **DA** como raio, que cruza a hipotenusa.

Trace um outro raio ao longo da hipotenusa, desde **C**, usando o segmento **CE** como raio, até interceptar a linha de base. Do ponto **B**, onde o arco intercepta a base, trace uma vertical, até encontrar a hipotenusa.

Esse método resulta em proporções áureas, pois define os lados do retângulo **AB** e **BC** cuja razão é de 1: 1,618.

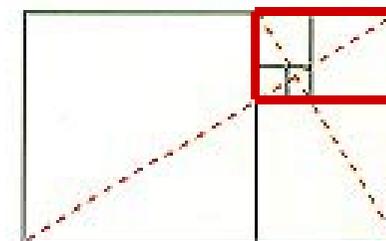
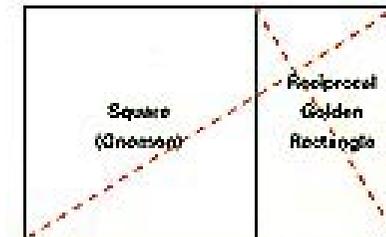
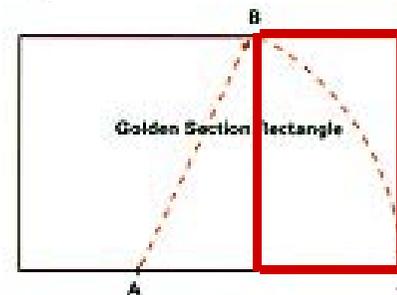
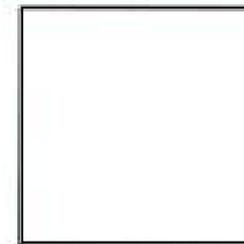


# Construção da Proporção Áurea

## A partir de um quadrado:

Desenhe um quadrado. Trace uma diagonal, partindo do centro da base **A**, até o vértice direto superior **B**. Esta diagonal será o raio do arco de uma circunferência, que se prolonga além dos limites do quadrado, até o ponto **C**.

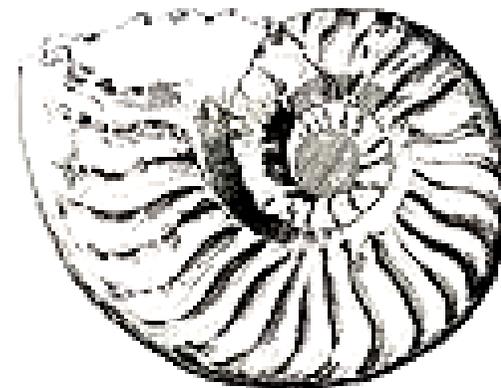
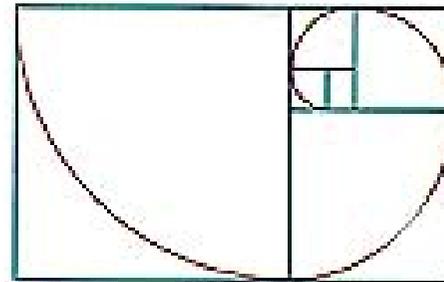
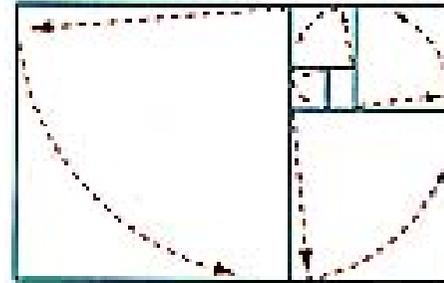
As duas figuras assim formadas (o quadrado original e o retângulo obtido) formarão um retângulo áureo. Quando isso acontece, resulta em outro retângulo áureo proporcional, que lhe é recíproco, restando ainda uma área quadrada. Essa área é chamada de “gnomo”. A subdivisão pode ser feita tantas vezes quantas se desejar, resultando em retângulos e quadrados menores de dimensões proporcionais.



## Construção da Proporção Áurea

### Construção de uma Espiral Áurea

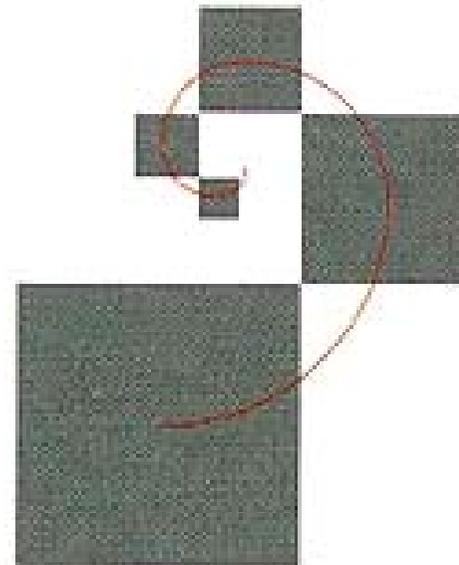
Usando o diagrama de subdivisão da seção áurea, pode-se construir uma espiral áurea. Use o comprimento dos lados dos quadrados subdivididos com o raio de um círculo. Corte e conecte os arcos de cada quadrado do diagrama.



# Construção da Proporção Áurea

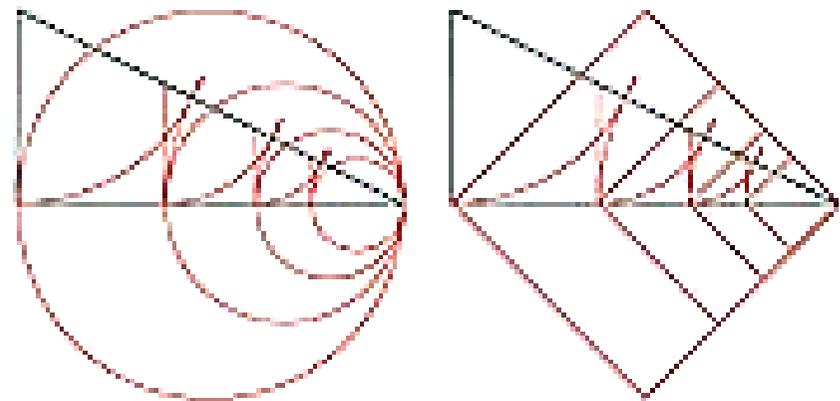
## Quadrados Proporcionais

Os quadrados do diagrama de subdivisão da seção áurea guardam, entre si, uma proporção áurea.



## Proporções áureas entre círculos e quadrados

O método de construção do triângulo áureo também pode resultar numa sucessão de círculos ou quadrados que guardam, entre si, a proporção áurea.



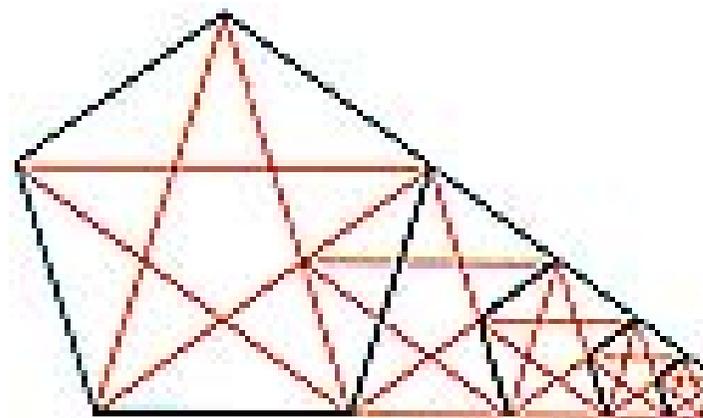
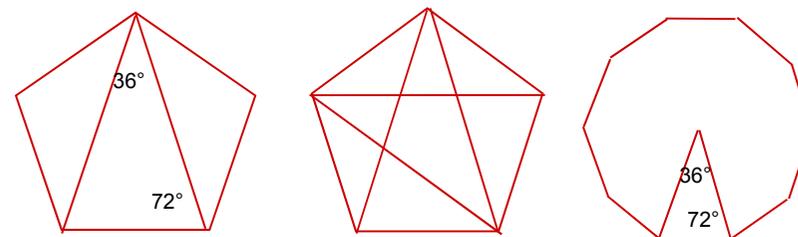
## Triângulo, Elipse e Espiral Áurea

O triângulo áureo é isósceles, e é também conhecido pelo nome de "triângulo sublime," por apresentar propriedades estéticas ao retângulo áureo; é o triângulo preferido pela maioria das pessoas. É fácil de construí-lo, a partir de um pentágono, com ângulo de  $36^\circ$  no vértice e  $72^\circ$  na base.

Esta construção pode ainda gerar um outro triângulo áureo, ligando-se a base do maior triângulo ao vértice do pentágono, no lado oposto. A conexão continuada dos vértices com as diagonais resultarão num pentagrama em forma de estrela.

O decágono - polígono de 10 lados - também pode conter uma série de triângulos áureos, conectando-se o ponto central a qualquer dos vértices adjacentes.

### Proporções Áureas num Pentagrama em forma de estrela



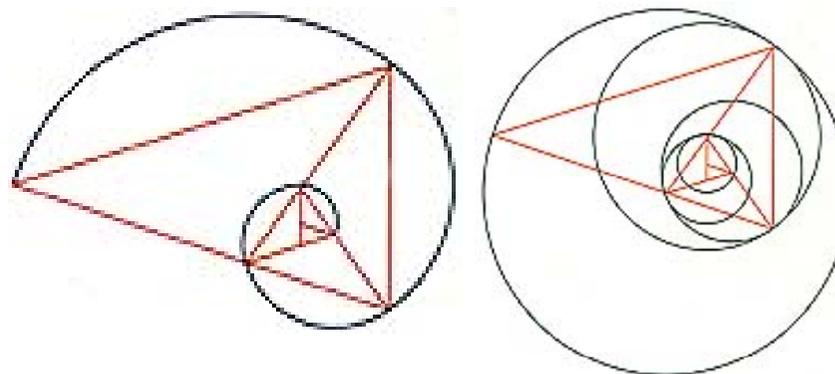
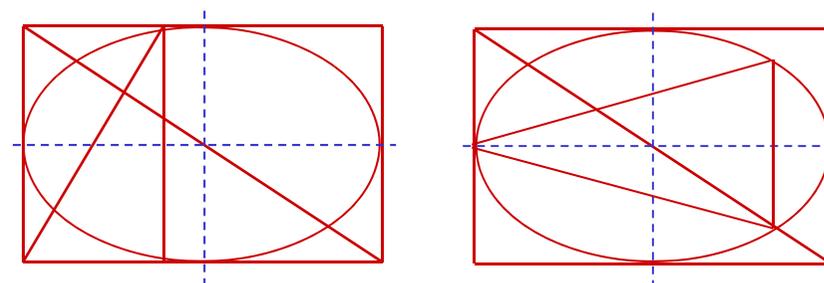
*A estrela de cinco pontas criada pelas diagonais de um pentágono regular resulta num pentagrama, cuja parte central é outro pentágono, e assim sucessivamente. Esta progressão de pequenos pentágonos e pentagramas é conhecida como o "alaúde de Pitágoras," devido à proporção com a razão áurea.*

## Triângulo, Elipse e Espiral Áurea

A elipse áurea também ostenta características estéticas semelhantes a do retângulo e do triângulo áureo.

A exemplo do retângulo, os eixos maior e menor guardam entre si a proporção de 1: 1.618

*Espiral Áurea criada a partir de triângulos áureos*



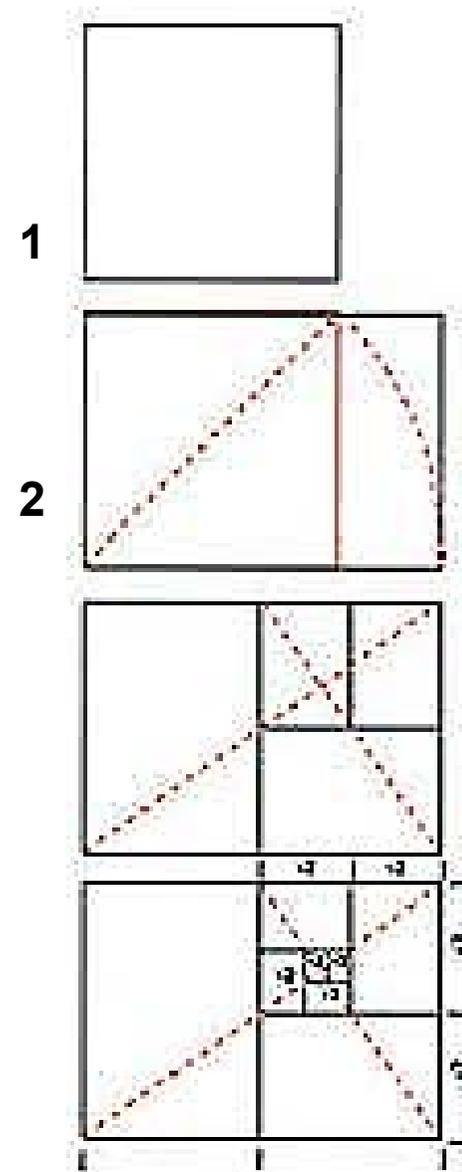
*Um triângulo áureo pode ser subdividido numa série de triângulos áureos menores, desenhados a partir de um ângulo de 36° da base. A espiral é assim criada, usando-se o comprimento dos lados dos triângulos das subdivisões como raios de um círculo.*

## Construção do Retângulo Raiz $\sqrt{2}$

Um retângulo tem a propriedade de poder ser dividido infinitamente em retângulos menores proporcionais. Isto significa que, quando um retângulo é dividido ao meio, sucedem dois retângulos menores. Deve se observar que a proporção de um retângulo aproxima-se bastante da razão áurea. As proporções do retângulo são 1:1,141 e a razão áurea é 1:1,618.

**Construção de um retângulo, pelo método do quadrado.**

- 1 - comece com um quadrado.
- 2 - trace uma diagonal dentro do quadrado e use-a como arco que toca a linha de base do quadrado. Prolongue os lados do quadrado e obterá, assim, um retângulo  $\sqrt{2}$ .



# Sistema DIN de Classificação de Papéis

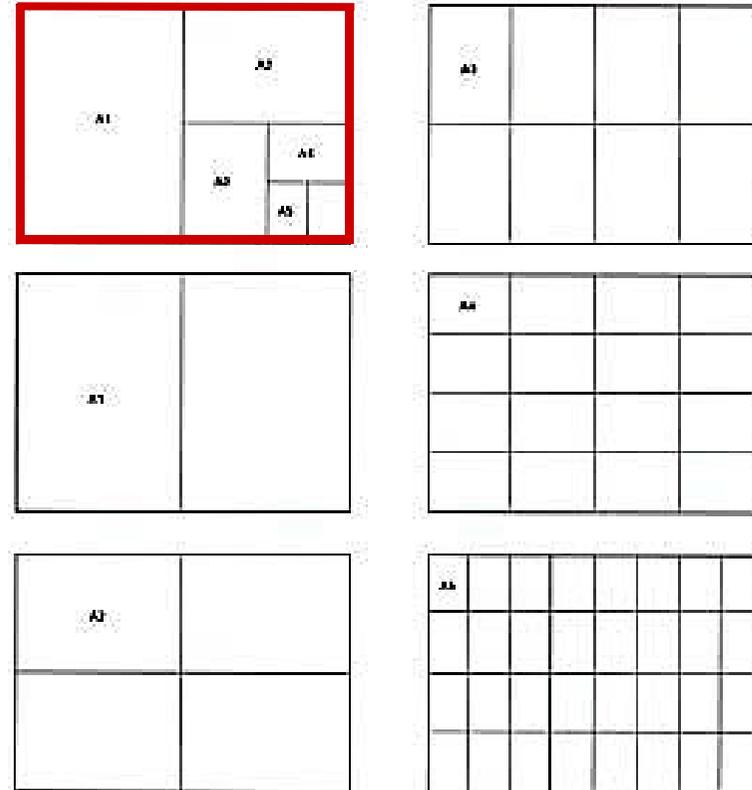
Retângulos possuem a especial propriedade de poderem ser divididos em número ilimitado de retângulos proporcionais menores. Por este motivo, eles se tornaram a base da norma europeia DIN (Deutsche Industrie Normen), que regula a dimensão dos papéis.

Dobrando-se a folha uma vez, produz-se uma metade. Se dobrada quatro vezes, a folha resulta em 8 pedaços de papel etc. Este sistema é não só eficiente, como conduz a uma economia de papel. Cidades europeias que mantêm uma rica tradição de pôsteres e outdoors, normalizaram áreas de colocação, nas ruas, destes produtos, na proporção da DIN.

Além de significar economia de papel, o método do retângulo aproxima-se muito da razão áurea.

## Normas e Padronizações

**A0 = 1 m<sup>2</sup>**



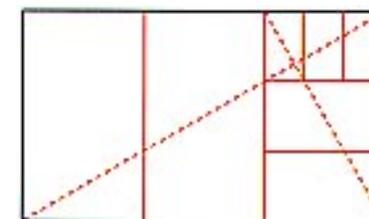
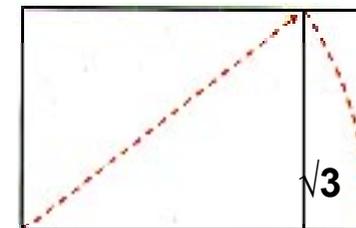
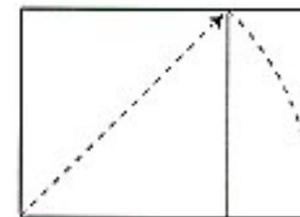
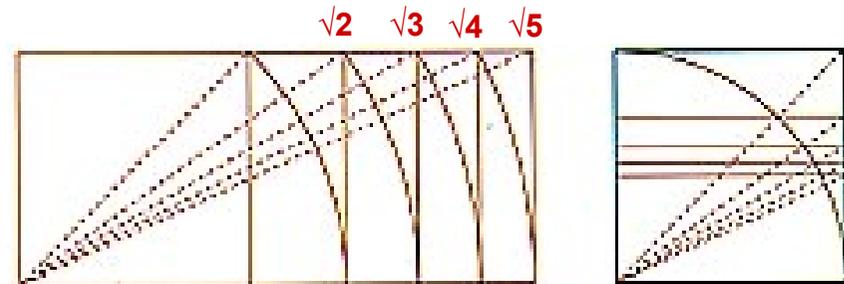
*Os formatos de papel utilizados no mercado brasileiro são padronizados pelo sistema internacional DIN série A, aprovado pela ISO e recomendado pela ABNT. Partem do formato original A0, cuja medida é 841x1189mm, que corresponde à área aproximada de 1 metro quadrado.*

## Retângulo Raiz $\sqrt{3}$

Da mesma forma que o retângulo  $\sqrt{2}$ , os retângulos podem ser divididos em retângulos similares transformando-os em  $\sqrt{3}$ ,  $\sqrt{4}$ ,  $\sqrt{5}$  que podem ser divididos verticalmente ou horizontalmente. O retângulo  $\sqrt{3}$  pode ser subdividido em três retângulos verticais; estes podem ser subdivididos em três outros, horizontais etc.

### Construção de um retângulo $\sqrt{3}$

Inicie com um retângulo  $\sqrt{2}$ . Trace uma diagonal neste retângulo. Use a diagonal como arco, até a linha de base. Envolver a figura por um retângulo, que será o  $\sqrt{3}$ .



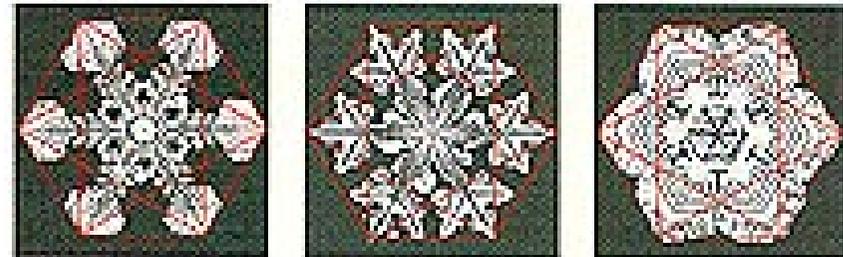
## Retângulo Raiz $\sqrt{3}$

### Subdivisão de um retângulo $\sqrt{3}$

Subdivida o retângulo  $\sqrt{3}$  em três partes, para criar três retângulos menores que serão proporcionais. Subdivida-os novamente em três partes. Este processo pode ser repetido indefinidamente, em uma série infinita de retângulos  $\sqrt{3}$ .

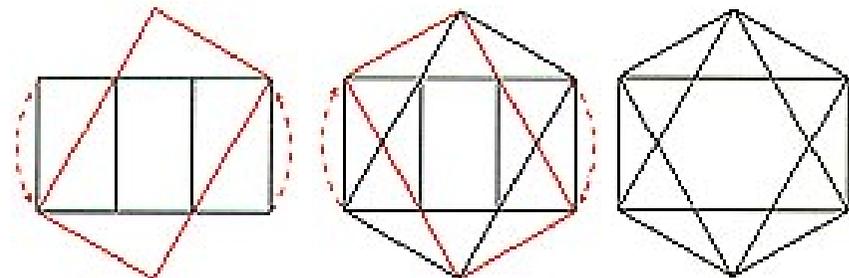
### Construção de um hexágono

Pode-se construir um hexágono, a partir de um retângulo. Basta girar o retângulo em torno do seu eixo, até que as arestas se encontrem.



*O retângulo  $\sqrt{3}$  tem a propriedade de permitir a construção de um prisma hexagonal regular.*

*Este hexágono apresenta-se, na natureza, como cristais de neve, favos de mel e em muitas outras formas naturais.*

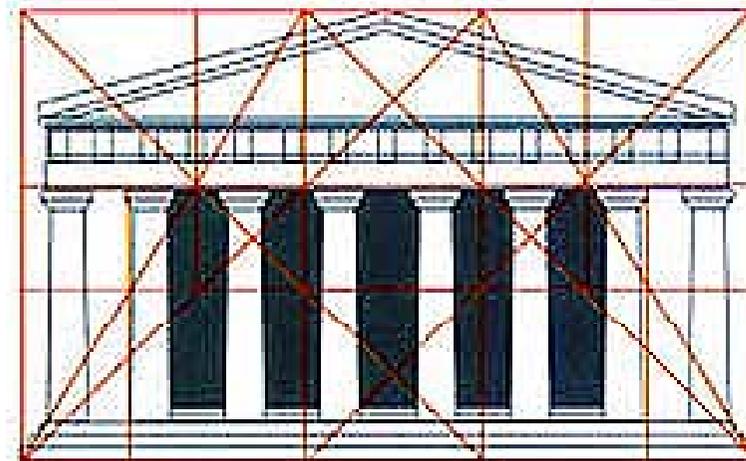
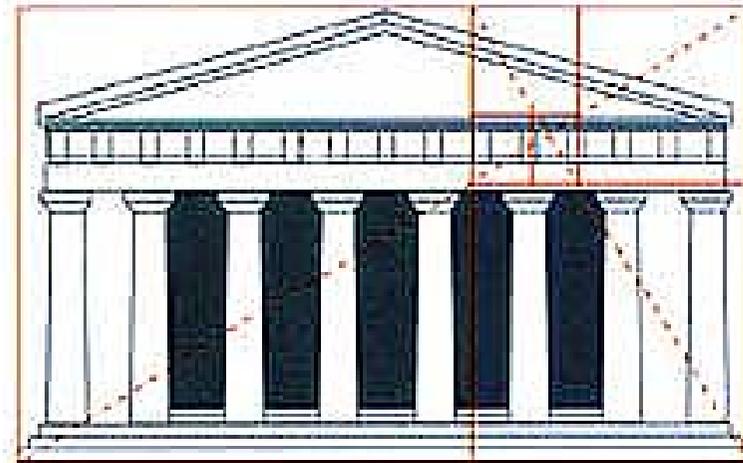


## Proporções Arquitetônicas

Além de estudar as proporções do corpo humano, Vitruvius, que era arquiteto, estudou as proporções arquitetônicas harmoniosas. Ele sustentava que a arquitetura de um templo devia se basear num corpo humano perfeitamente proporcionado, que apresenta harmonia entre todas as suas partes.

O Partenon (Atenas), é um perfeito exemplo do sistema de proporções gregas. Num simples exame, vê-se que a fachada do templo é compreendida num retângulo áureo subdividido. Um retângulo recíproco forma a altura da arquitrave, o friso e o frontão. O quadrado do retângulo principal fornece a altura do frontão, e o retângulo menor no diagrama, contém a colocação do friso e da arquitrave.

*Partenon, Atenas (447- 432 A.C)*



*Análise da harmonia e das proporções da seção áurea, de acordo com os diagramas.*

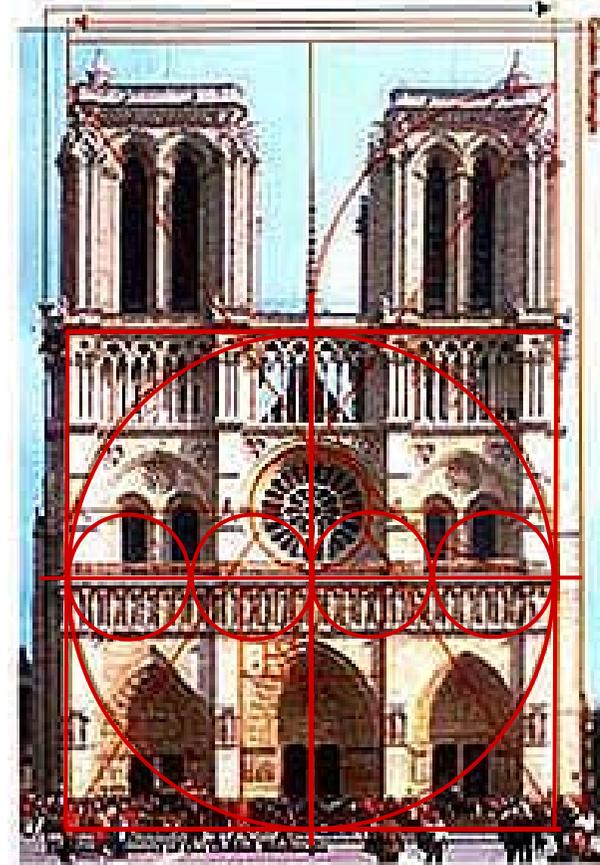
## “Proporção Divina”

Séculos depois, a "proporção divina," ou seção de ouro, foi conscientemente empregada na arquitetura de catedrais góticas.

No livro *"Por uma nova arquitetura,"* Le Corbusier cita o papel do quadrado e do círculo nas proporções da fachada da Catedral de Notre Dame, em Paris. O retângulo que envolve a fachada da catedral abrange a maior porção da fachada, e o retângulo áureo recíproco envolve as duas torres.

As linhas de regulação são as diagonais, que vão se encontrar logo acima da janela do clerestório, cruzando os cantos das maiores variações na superfície da catedral. O centro da porta de entrada também é um retângulo áureo, conforme mostra o diagrama.

*Catedral de Notre Dame, Paris (1163-1235)*



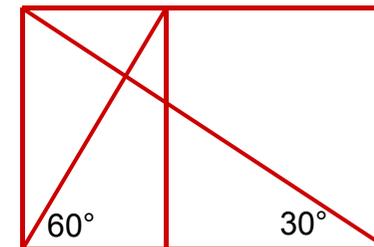
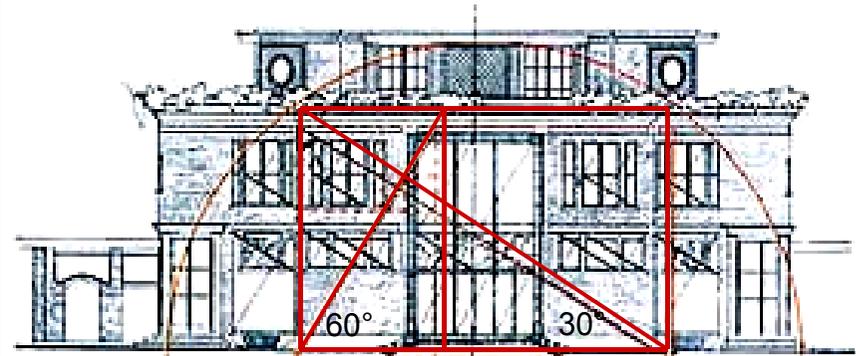
*Análise das proporções e linhas de regulação encontra-se na proporção de um retângulo áureo em toda a fachada. A parte inferior da fachada está inscrita no quadrado do retângulo áureo e nas torres do retângulo áureo recíproco. Além disso, a parte inferior da fachada pode ser dividida em seis retângulos áureos.*

## Linhas de Regulação de Le Corbusier

*"Um elemento inevitável na arquitetura. A necessidade da ordem. A linha de regulação é uma garantia contra a teimosia. Ela ajuda a compreender. É o meio para atingir a um fim, mas não deve ser encarada como receita. Sua escolha e as formas de expressão que lhe são dadas, soa parte integral da criação arquitetônica."*

*Le Corbusier –  
("Por uma Nova Arquitetura, 1931")*

*Le Corbusier, (Uma "Villa") - 1916*



*Este desenho mostra, em diagrama, a série de linhas de regulação usadas no desenho do prédio. As linhas vermelhas, na base do desenho, mostram o retângulo áureo e as diagonais da construção.*

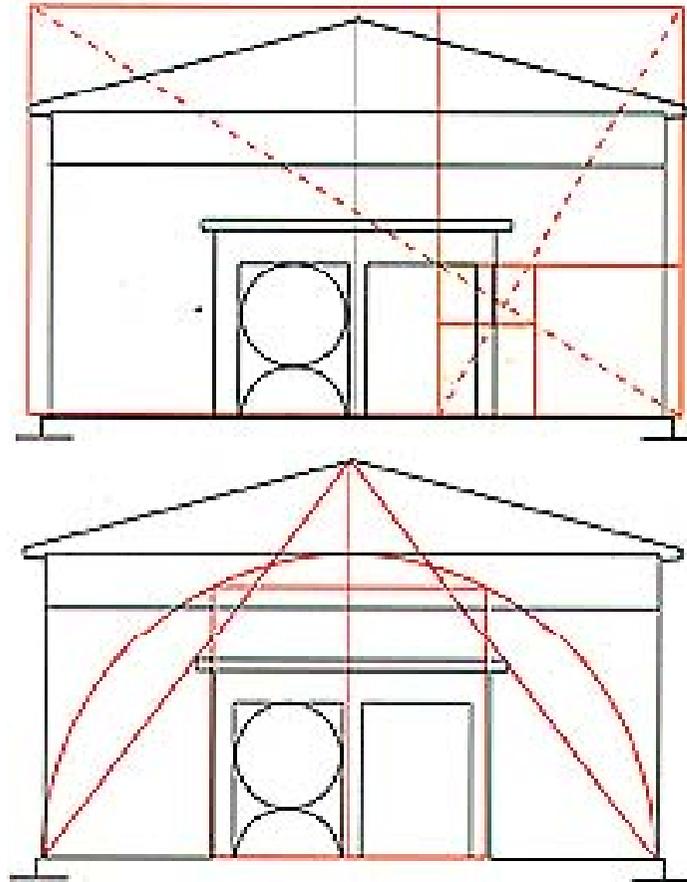
## (Por uma Nova Arquitetura -1931)

O interesse de Le Corbusier na aplicação da geometria da arquitetura e da matemática está registrado em texto do seu livro citado acima. Na referida obra, ele discute a necessidade de linhas de regulação para ordenar e embelezar a arquitetura, e responde à crítica:

*"Com suas linhas de regulação você matará a imaginação, você transformará tudo em receita."*

Ele retruca:

*"Mas o passado deu-nos provas, documentos iconográficos, placas, pedras esculpidas, pergaminhos, manuscritos, impressos... mesmo a arquitetura mais primitiva desenvolveu o uso de unidades de medida, como a mão, o polegar, o pé ou antebraço, para sistematizar e ordenar as tarefas. Simultaneamente, as proporções das estruturas correspondiam a escala humana."*



*Relação entre as linhas de regulação em portas, janelas, fachada e telhado com os diagramas de construção do retângulo áureo.*

## O Modulor

*“A ordem é a verdadeira chave da vida”.*  
(Modulor I – Le Corbusier).

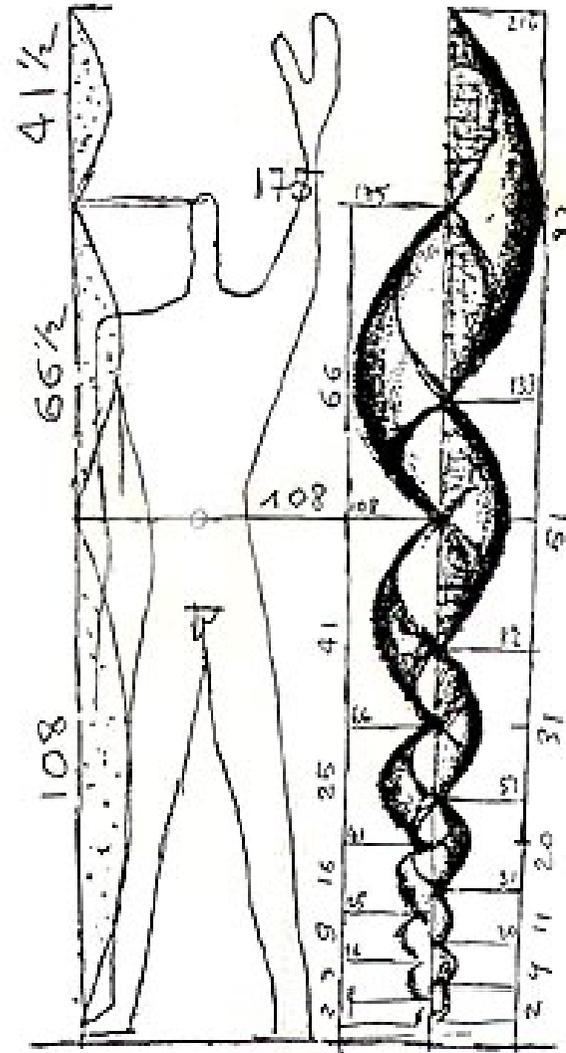
Mais tarde, Le Corbusier, publicou em 1942: *“O Modulor: Uma Medida Harmônica da Escala Humana, Aplicável à Arquitetura e à Matemática”*

O Modulor narra seu sistema de proporções baseado na matemática da seção áurea e a proporção do corpo humano.

Além de seu trabalho específico na arquitetura e no planejamento urbano, seus murais, suas pinturas, e criações gráficas exerceram significativa influência sobre o design bidimensional.

Esse sistema adotou a divisão áurea como base, fundamentado em três pontos principais na anatomia de um homem de 1.90m: o plexo solar, o alto da cabeça e a ponta dos dedos da mão erguida. Esses pontos constituem uma média e extrema razão (divisão áurea) que Le Corbusier transferiu para uma série infinita de proporções matemáticas.

**Modulor I - Le Corbusier**

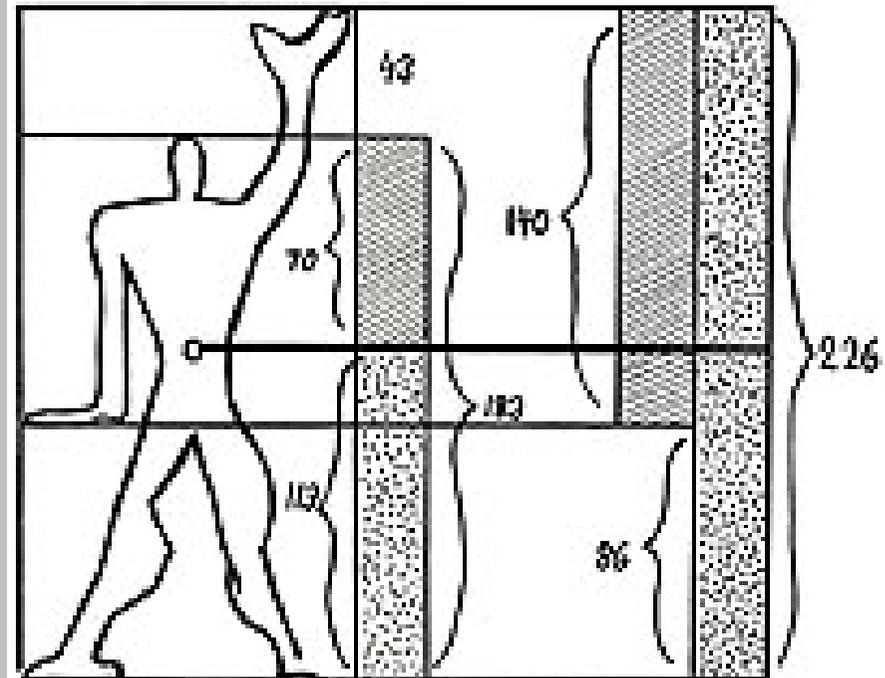


## O Modulor

Introduzido no fim da Segunda Guerra, o **Modulor** pode ser aplicado ao plano bidimensional embora sua principal utilização esteja relacionada com a arquitetura.

Antes de patentear seu trabalho, Le Corbusier pediu a opinião de Albert Einstein sobre o sistema. Einstein escreveu que o Modulor podia ser qualificado...

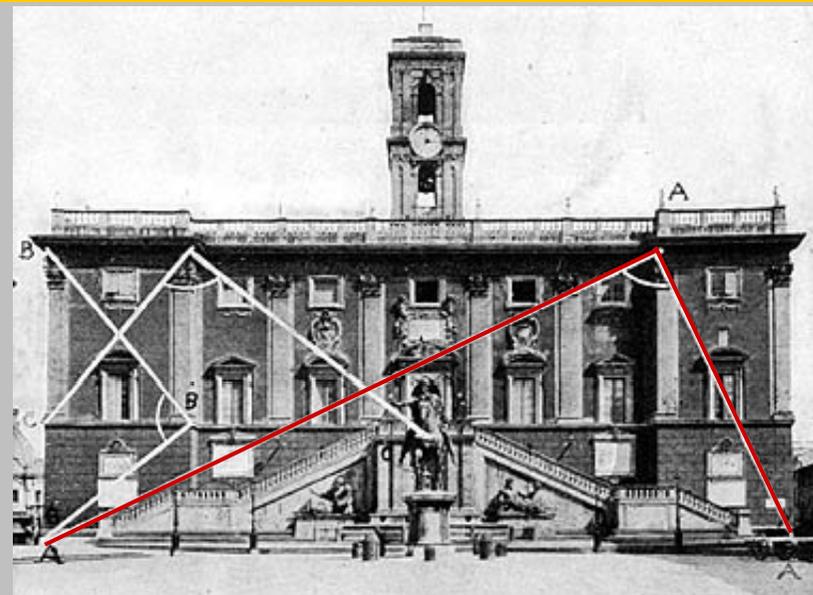
*“como uma série de dimensões que tornam o ruim difícil e o bom fácil”.*



# Análise visual do Design

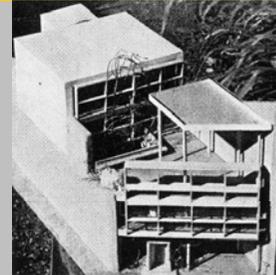
*Não existe melhor maneira de iniciar a análise do design gráfico, da ilustração, da arquitetura e do desenho industrial, se não com a introdução de Le Corbusier em “O Modulor” quando era jovem em Paris.*

"Um dia, sob a lâmpada a óleo de seu pequeno quarto em Paris, alguns cartões estavam abertos sobre sua mesa. Seu olhar fixou-se num postal do pavilhão do Capitólio, de Roma, realizado por Michelangelo. Ele virou um outro cartão, de face para baixo, e projetou, intuitivamente, um dos seus ângulos - um ângulo reto - sobre a fachada do Capitólio. Ele se viu frente a uma verdade familiar: o ângulo reto governa a composição; o *lieux* (lieu de l'angle droit: locação do ângulo reto) comanda toda composição. A constatação foi, para ele, uma certeza, uma revelação”.



Teste idêntico foi feito com uma pintura de Cézanne. Mas, ele mesmo desacreditava do seu próprio veredicto, dizendo-se a si próprio que a composição de obras de arte é governada por regras; tais regras podem ser métodos conscientes, indicativos e sutis, ou podem ser regras comuns, aplicadas no trivial. Elas podem, ainda, ser subentendidas pelo instinto criativo do artista, uma manifestação de harmonia intuitiva, como parecia ser exatamente o caso de Cezanne.

## Obras e Conceito



*Um livro trouxe-lhe a certeza: algumas páginas de 'História da Arquitetura,' de Auguste Choisy, dedicavam-se ao "tracé regulateur" (linhas de regulação).*

*Existiria tal coisa como linhas de regulação à governar uma composição?*



Em 1918, ele começou a pintar a sério. Suas duas primeiras obras foram feitas ao acaso, mas a terceira, em 1919, foi uma tentativa de cobrir uma tela com um certo ordenamento. O resultado foi quase bom. Veio, então, a quarta obra, reproduzindo a terceira de melhor forma, com um desenho categórico que lhe conferisse estrutura. Iniciou-se, então, uma série de pinturas em 1920, todas elas firmemente baseadas nas tais relações: a colocação do ângulo reto e a razão áurea.



*Plano urbanístico para o Rio de Janeiro (1930)*

## Capela do I.I.T., Mies van der Rohe – 1949/1952

Mies van der Rohe é mais conhecido por seus monumentais arranha-céus em aço e vidro. Ele foi um mestre em sistemas proporcionais e tais arranha-céus guardam formas e proporções tão semelhantes que poderiam ser classificados como um arquétipo único.

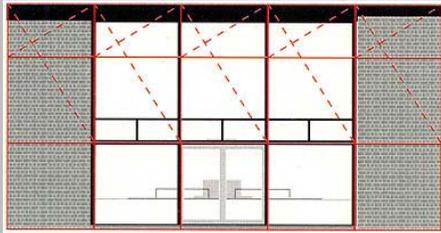
Mies foi diretor da Faculdade de Arquitetura no Instituto de Tecnologia de Illinois (IIT) por vinte anos, e naquele período ele projetou todo o campus e muitos dos seus prédios.

A capela do IIT é um bom exemplo do uso das proporções em pequena escala. A fachada do prédio é proporcionada à razão áurea, 1:1,618. O prédio está perfeitamente subdividido em cinco colunas por retângulos áureos, e quando eles são repetidos, como padrão, o prédio aparece como um módulo de 5x5 retângulos horizontais.



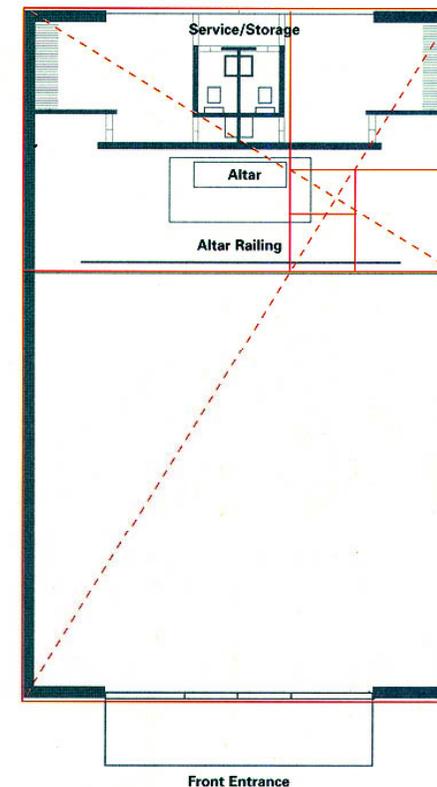
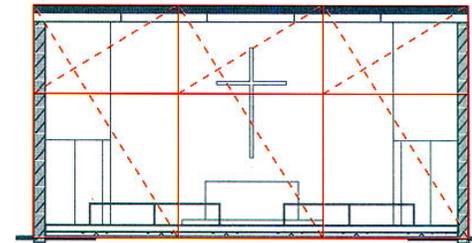
# Arquitetura

## Análise



A razão áurea pode ser vista de pronto nestes desenhos. A fachada da frente da capela pode ser subdividida numa série de retângulos áureos, que circundam as grandes janelas superiores e as pequenas superiores, para ventilação.

- As grandes janelas inferiores são quadradas.
- O desenho em corte do interior, em direção ao altar, mostra que o perímetro da fachada frontal pode ser definido por três retângulos áureos.
- O plano do perímetro da capela cabe perfeitamente num retângulo áureo.
- O quadrado do retângulo áureo define o altar e as áreas de serviço e dispensa da capela.
- Estas duas áreas estão separadas por uma pequena elevação do altar e grades.

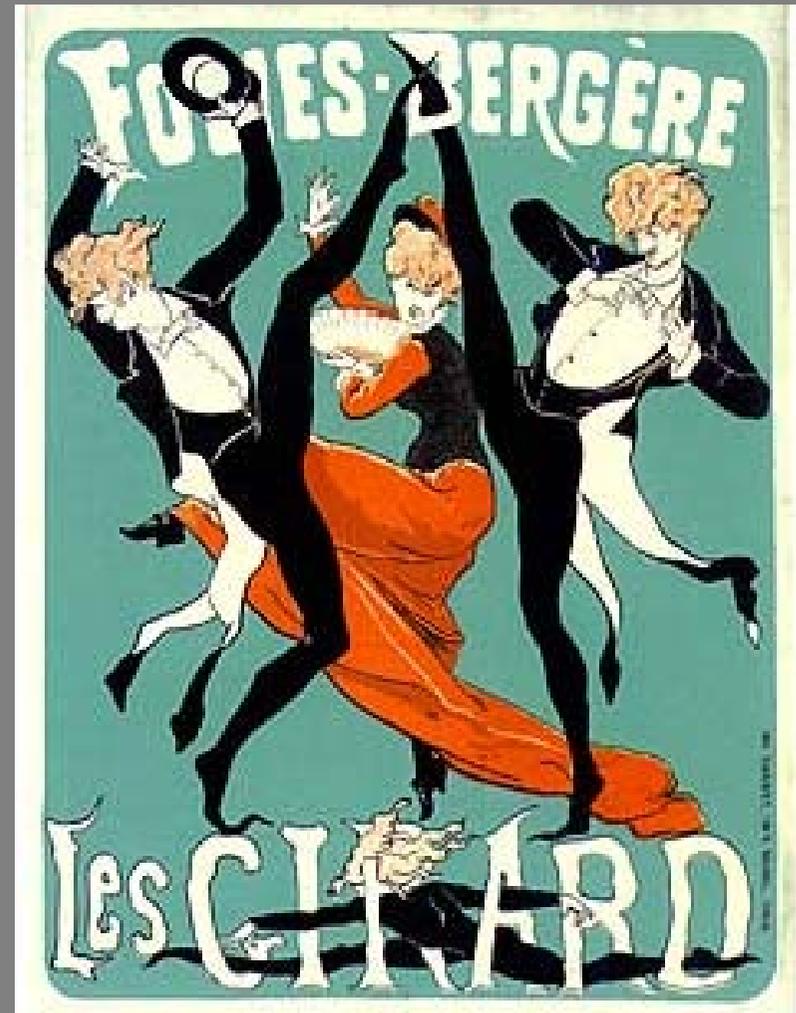


## Poster *Folies-Bergère*, Jules Chéret, 1877

É um trabalho dinâmico e atraente, que captura o movimento de um grupo de dançarinos.

À primeira vista a composição parece espontânea e desprovida de organização geométrica, mas um exame mais acurado revela uma estrutura visual extremamente cuidadosa.

A posição dos membros dos dançarinos masculinos correspondem aproximadamente a um pentágono, circunscrito por um círculo.

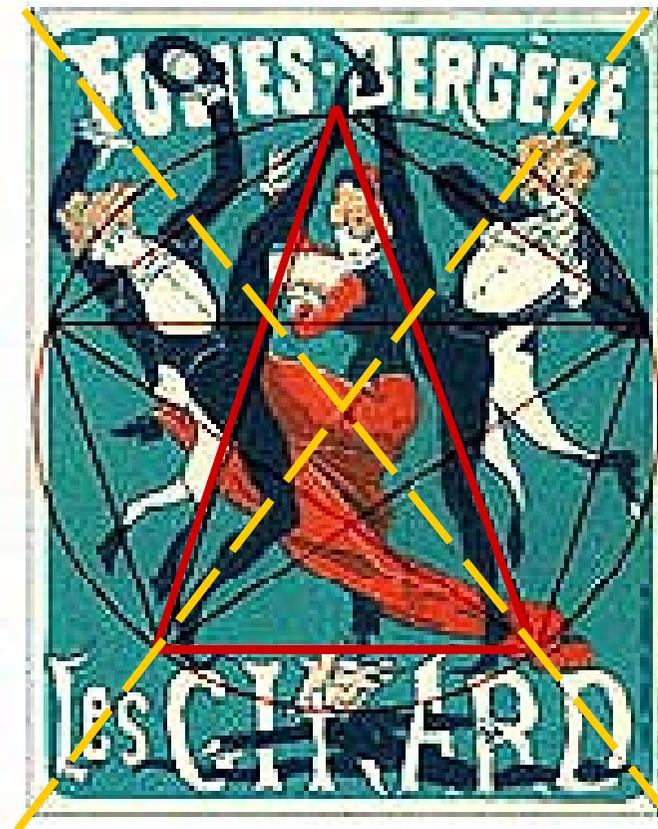
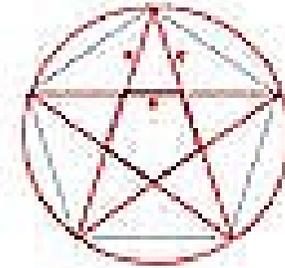


# Design Visual

## Análise

As três figuras estão envolvidas, em primeiro lugar por um círculo, depois por um pentágono, em seguida por um pentagrama estrelado e finalmente por um pentágono, cujo centro é o pivô para os quadris da dançarina. Até mesmo a figura do pequeno duende, ao pé da figura, que dança através de sua estrutura, tem sua cabeça que encontra o círculo e o pentágono. A figura criada pelas pernas dos dançarinos é um triângulo áureo.

As subdivisões interiores do pentágono criam pentagramas estrelados que, por sua vez, originam pentágonos menores, proporcionais. A razão dos lados dos triângulos, no interior do pentagrama, é 1:1,618, a relação áurea. O exato centro do pôster é o centro dos quadris da dançarina, e as pernas dos dançarinos criam um triângulo invertido, com ângulo na parte superior do pentagrama que envolve a dançarina feminina. Cada membro e ombro está cuidadosamente posicionado de acordo com a geometria da estrutura.



## Poster *Job* - Jules Chéret, 1889

*Chéret* era mestre em litografia e a ele deve-se a elevação da cromo-litografia à categoria de arte. Ele desenvolveu seus conhecimentos acerca da arte desde os 13 anos de idade. Sua única educação formal foi um curso na *École Nationale de Dessin*. Foi provavelmente naquela ocasião que ele tomou conhecimento com a geometria e com os princípios de composição.

Embora tivesse freqüentado pouco a escola, construiu o seu aprendizado visitando os principais museus da Europa e estudando com afincos as obras dos grandes mestres.

Muitos dos seus pôsteres tornaram-se sucesso imediato, devido às belas cores e a precisão das ilustrações. Ele absorveu muito bem o processo da cromo-litografia e soube utilizá-lo com eficácia.

Ele também se especializou nos princípios da composição e os usou para tornar suas obras mais ricas.

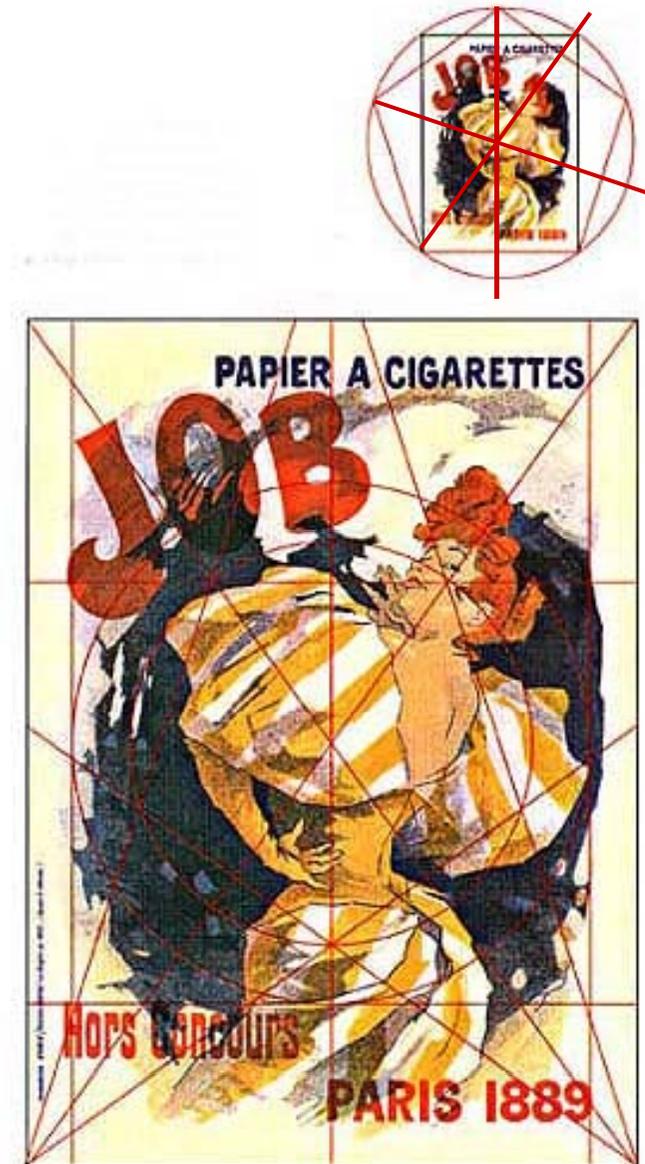


## Análise

### O pentágono estrelado e a proporção da forma

Expandindo o pentágono inscrito num círculo observa-se que as proporções do formato do pôster baseiam-se no sistema conhecido como "a página do pentagrama". A base do pôster conforma-se à base do pentágono e é estendida de forma que os vértices superiores encontram a linha do círculo.

Um círculo com o centro no centro da página determina a localização da figura e do nome "JOB." A diagonal que une a parte superior à parte inferior esquerda, organiza, visualmente, o posicionamento da cabeça, do olho e da mão. A diagonal contrária determina a parte superior do ombro e do extremo do quadril da figura.

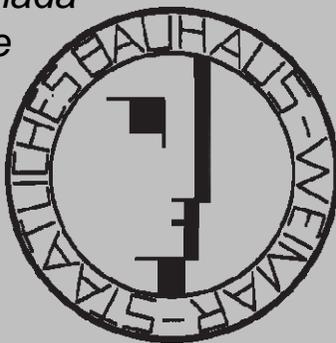


## Poster *Mostra Bauhaus* - Fritz Schleifer, 1922

*Fritz Schleifer* homenageou os seguidores do construtivismo em seu pôster sobre a Mostra Bauhaus.

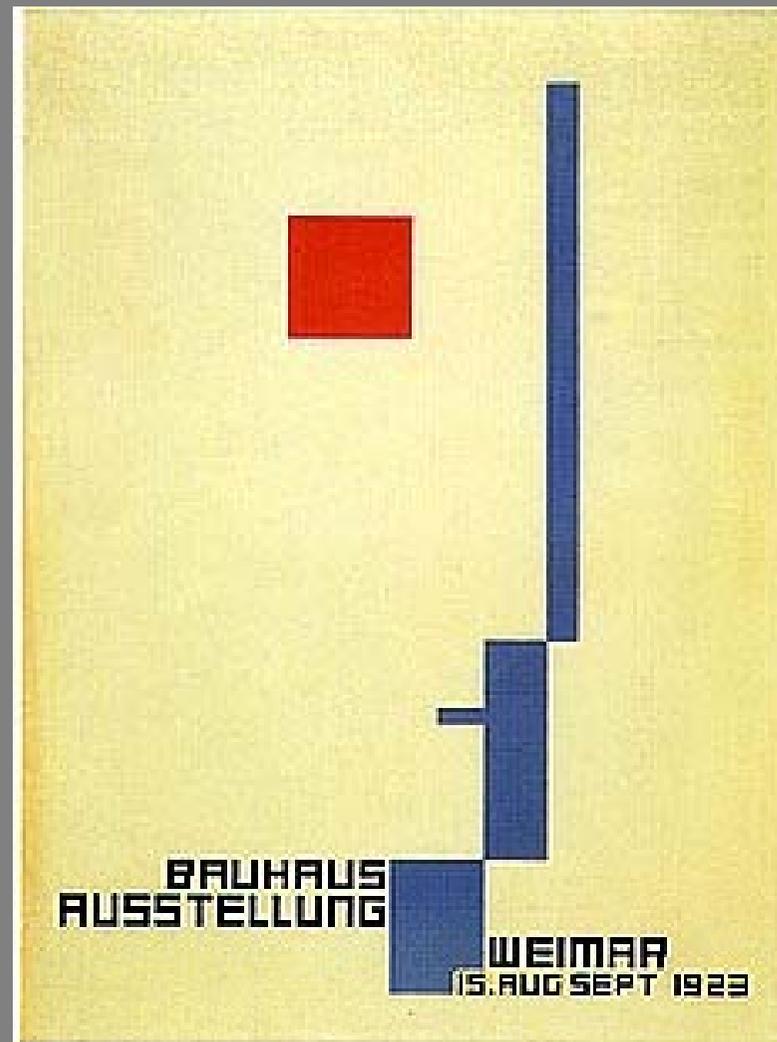
De acordo com os ideais do construtivismo da época, o perfil humano e a tipografia podem ser abstraídos em formas geométricas simples, da época das máquinas mecânicas.

*Uma face geométrica, desenhada originalmente para fazer parte de um selo para a Bauhaus, por Oskar Schlemmer, foi ainda mais simplificada em cinco formas retangulares simples, eliminando as linhas finas verticais e horizontais.*



A tipografia foi adotada de forma a ser consistente com os demais elementos retangulares da face, ecoando suas formas angulares rígidas.

O tipo é similar àquele criado por Theo van Doesburg, em 1920.

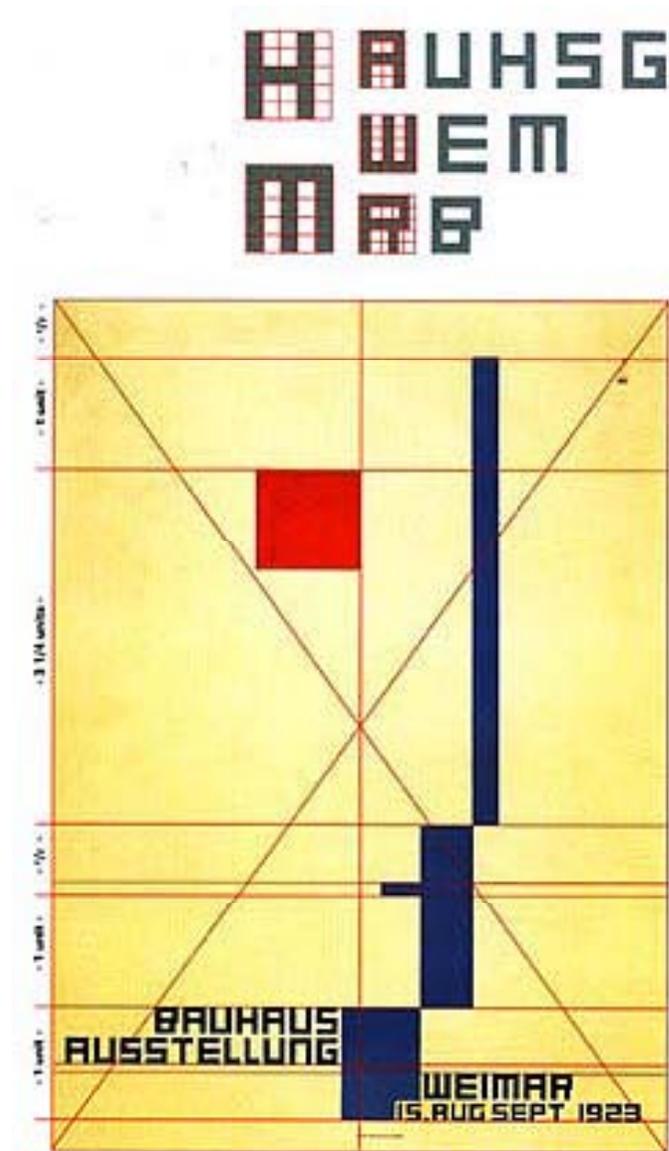


## Análise

A vista alinha-se ao longo do centro do eixo vertical. O tipo alinha-se no topo e na base, com o retângulo do pescoço. O outro lado da face é simétrica em relação ao seu eixo. A tipografia é alinhada junto e abaixo do pescoço em forma retangular.

### Projeto do tipo:

A estrutura do tipo tomou por base um quadrado de **5** por **5**, que permite que os caracteres mais largos, **M** e **W**, ocupem o quadrado inteiro. Os caracteres mais estreitos ocupam  $\frac{5}{4}$  do quadrado. O **B** e o **R** desviam-se de meia unidade, para que as formas arredondadas possam distinguir o **R** do **A** e o **B** do algarismo **8**.



## Poster *L'intransigéant* - A. M. Cassandre, 1925

Criado em 1925 por Adolphe Mouron, mais conhecido como A. M. Cassandre, é, ao mesmo tempo, um triunfo conceitual e um estudo sobre construção geométrica. Ele foi idealizado para um jornal parisiense, *L'Intransigéant*, e o triunfo conceitual aludido é a translação da forma representativa da cabeça de uma mulher no símbolo visual de Marianne, a voz da França.

Cassandre cresceu como artista e estudou pintura em diversos estúdios de Paris. Ele adotou o pseudônimo de Cassandre, com a intenção de retornar ao seu verdadeiro nome, Adolphe Mouron, quando se tornasse um pintor. Cedo, tornou-se fascinado com o mundo dos pôsteres e concluiu que tinha mais potencial para a experimentação dinâmica do que para a pintura, propriamente dita. Ele se sentiu atraído pela idéia da comunicação em massa, e de um tipo de arte que transpusesse as fronteiras do tradicional e estreitasse os limites das diferenças de classe.

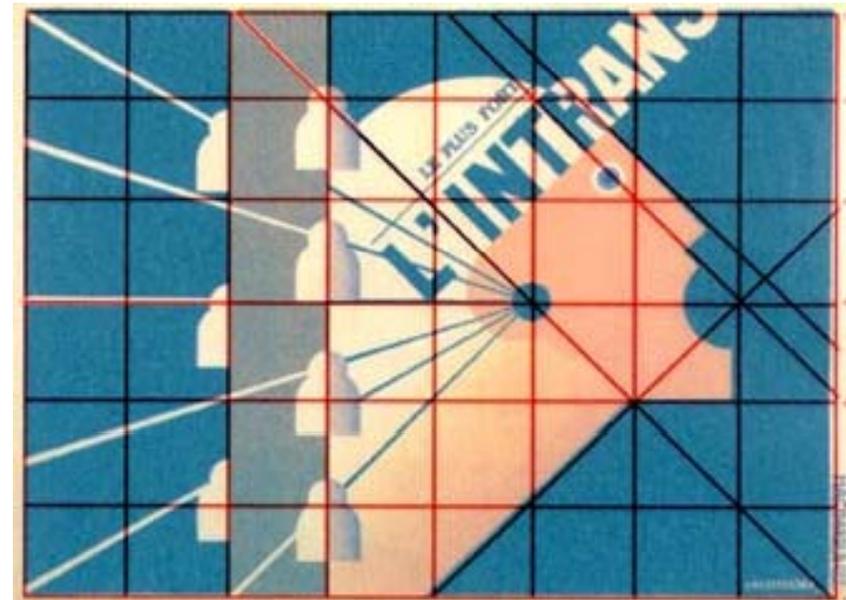
*A relação áurea define simplesmente proporções ideais, já previamente intuídas pelo designer; é uma forma de verificação, e não um sistema (estaria fadado ao insucesso, se assim fosse, como todos os sistemas).*

*"Diário, de Adolphe Mouron" - 1960.*



## Análise - Diagrama

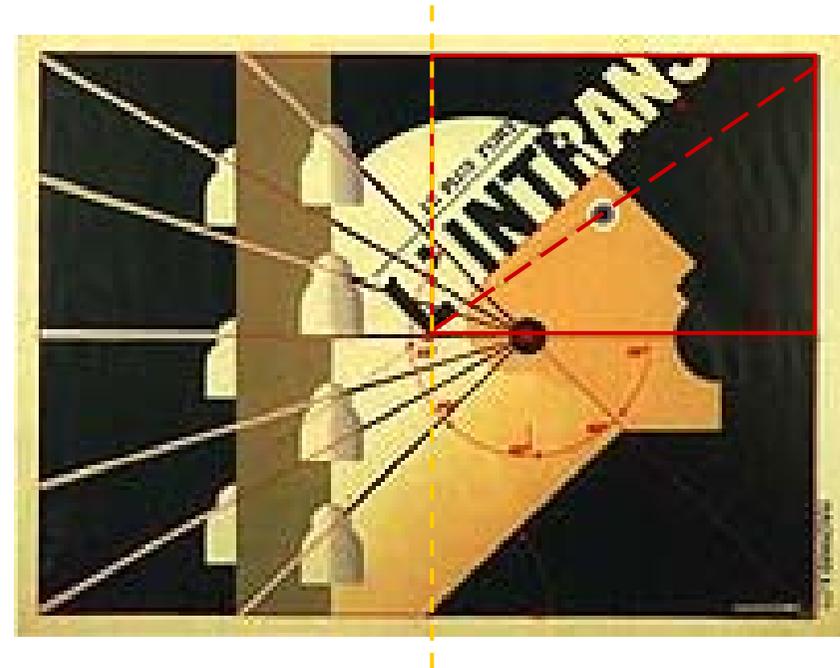
O formato do pôster está organizado numa série de módulos de 6x8, formando um campo de 48 campos visuais quadrados. Todos os elementos do pôster correspondem a este plano, em termos de colocação e proporção. A orelha interna encontra-se na intercessão destes campos visuais, como o centro da boca. O canto do "L" está no centro exato do pôster. O queixo da figura cabe num campo visual assim como o poste telegráfico. O ângulo do pescoço, em  $45^\circ$ , move-se de um canto ao outro de um quadrado de quatro campos visuais. Os fios telegráficos começam no centro da orelha e movem-se, em componentes de  $15^\circ$ , formando, novamente, ângulos de  $45^\circ$  acima e abaixo da linha do horizonte.



## Análise – Ângulos e Retângulos $\sqrt{2}$

O formato do pôster é um retângulo. O olho é dividido pela diagonal do retângulo, indicado na linha tracejada.

A diagonal divide, também, o centro do pôster e o canto inferior esquerdo do "L". A linha de base da palavra "L'INTRANS" é uma diagonal de  $45^\circ$ , tirada do centro do pôster. As linhas telegráficas estão traçadas em incrementos de  $15^\circ$ , produzindo um módulo de  $15^\circ$  que se repete nos ângulos do nariz e do pescoço.





## Poster *East Coast by L.N.E.R.* - Tom Puvis, 1925

O pôster de Tom Purvis, de 1925, *East Coast by L.N.E.R.*, é um convite ao leitor para uma viagem de férias de verão pela London Northeast Railway.

Mais de 25 anos antes, dois designers, que se auto-denominavam "Os Bergstaffs," já haviam tentado o então método revolucionário, de desenvolver fortes composições de áreas planas de cor, definindo silhuetas gráficas simples.

O pôster de Purvis usa uma técnica similar de simplificação e joga espaço, cor e padrões provendo um balanço perfeito de cor e imagem.

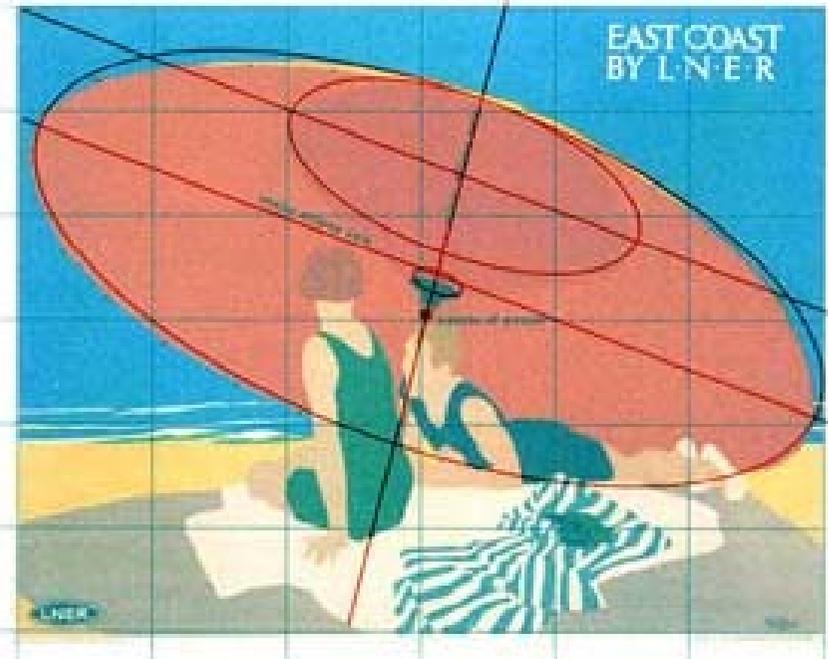


## Análise

Seu diagrama é composto por 6 x 6 retângulos. A linha do horizonte divide o céu e o mar na metade do pôster. As figuras, assim como, a elipse maior e a menor do guarda-sol se concentram visualmente no centro do cartaz. O guarda-sol, de forma elíptica, é o elemento visual mais forte e apelativo pela sua cor vibrante e pela disposição diagonal.

A forma elíptica é a que mais atrai a atenção visual em relação a qualquer outra forma geométrica e, posta em diagonal, torna-se mais provocativa devido a sua instabilidade.

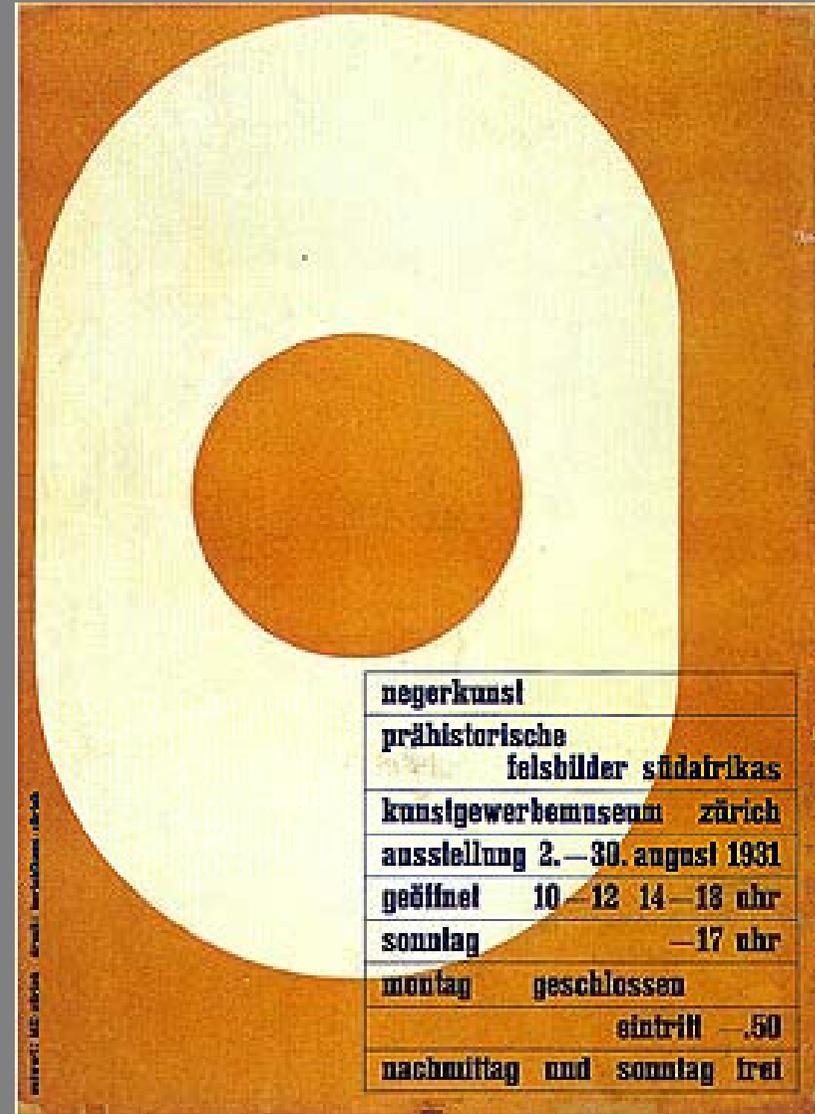
A cor laranja está em contraste complementar ao azul do céu e do mar. Todas as formas se apresentam em silhueta, com grande economia de detalhes, situando o conjunto num mesmo plano visual.



## Poster *Negerkunst* - Max Bill, 1931

Este poster destinou-se a uma mostra sobre a pintura pré-histórica em pedra na África do Sul.

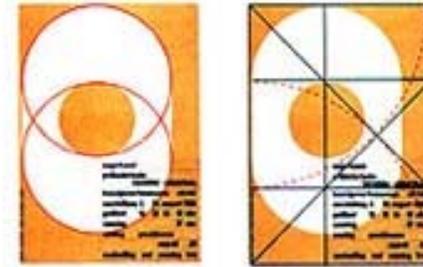
A simplicidade crua e a geometria do pôster tem suas raízes no desenvolvimento do ideal da Arte Concreta dos anos 30. Tal movimento demandava a construção aritmética de elementos visuais puros. Bill adotou aquele ideal como uma linguagem visual universal de clareza absoluta. O diâmetro do círculo central é a medida básica para toda a figura. A medida do diâmetro é idêntica à altura do topo e da base. Os lados medem a metade do diâmetro. A vertical que passa pelo centro do círculo torna-se o eixo do conjunto e alinha pelo lado esquerdo a tipografia.



## Análise

Os círculos exteriores são duas vezes maiores do que o interior. O formato do pôster baseia-se num retângulo áureo. O diagrama é uma decomposição harmônica deste retângulo. A linha vertical torna-se o eixo do bloco da tipografia e o centro do círculo interior.

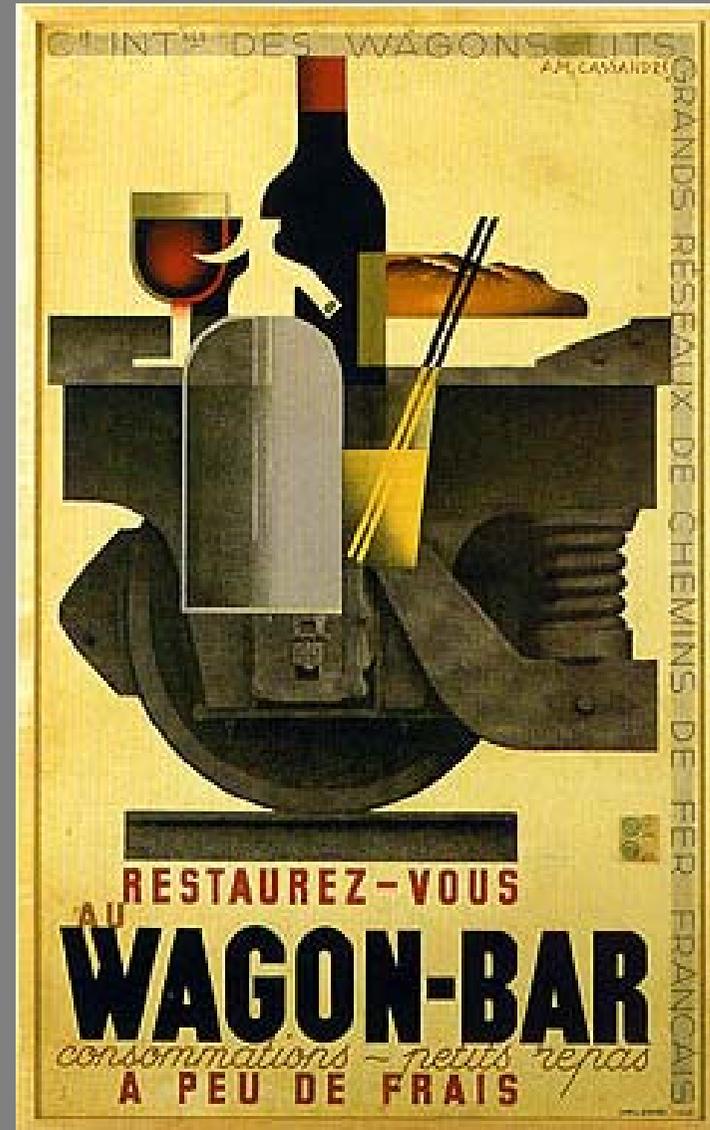
As proporções do grande "O" baseiam-se no módulo do círculo interno. Os lados esquerdo e direito são a metade do diâmetro do círculo interno, e o topo e a base, da medida do diâmetro do círculo interno. A diagonal passa de canto a canto pelo centro do círculo interno e, uma vertical através do centro, determina a margem esquerda da caixa do tipo.



## Poster *Wagon Bar* - A. M. Cassandre, 1932

O poster é nada menos do que uma maravilha de inter-relações geométricas, como o anterior "L'Intrans." Aqui, Cassandre, mais uma vez, seleciona elementos representativos a serem simplificados e estilizados em formas geométricas simples. A garrafa de água gasosa, os copos de água e de vinho, a fatia de pão, a garrafa de vinho e os canudos estão colocados à frente de uma roda de trem.

O diâmetro da roda torna-se a medida do trecho de trilho, que enfatiza o "Restaurez-Vous," e o "A Peu de Frais." O centro do pôster está visualmente pontuado pelos dois canudos no copo. O pôster pode ser facilmente dividido em três partes verticais. A geometria do desenho torna-se aparente na parte mais larga das garrafas e na taça de vinho. Existe um belo efeito espacial, quando o fundo branco do pôster sangra o topo do sifão da garrafa de gasosa. Fenômeno similar ocorre com a fatia de pão e o rótulo da garrafa de vinho, e também, no alto do copo e no eixo da roda.

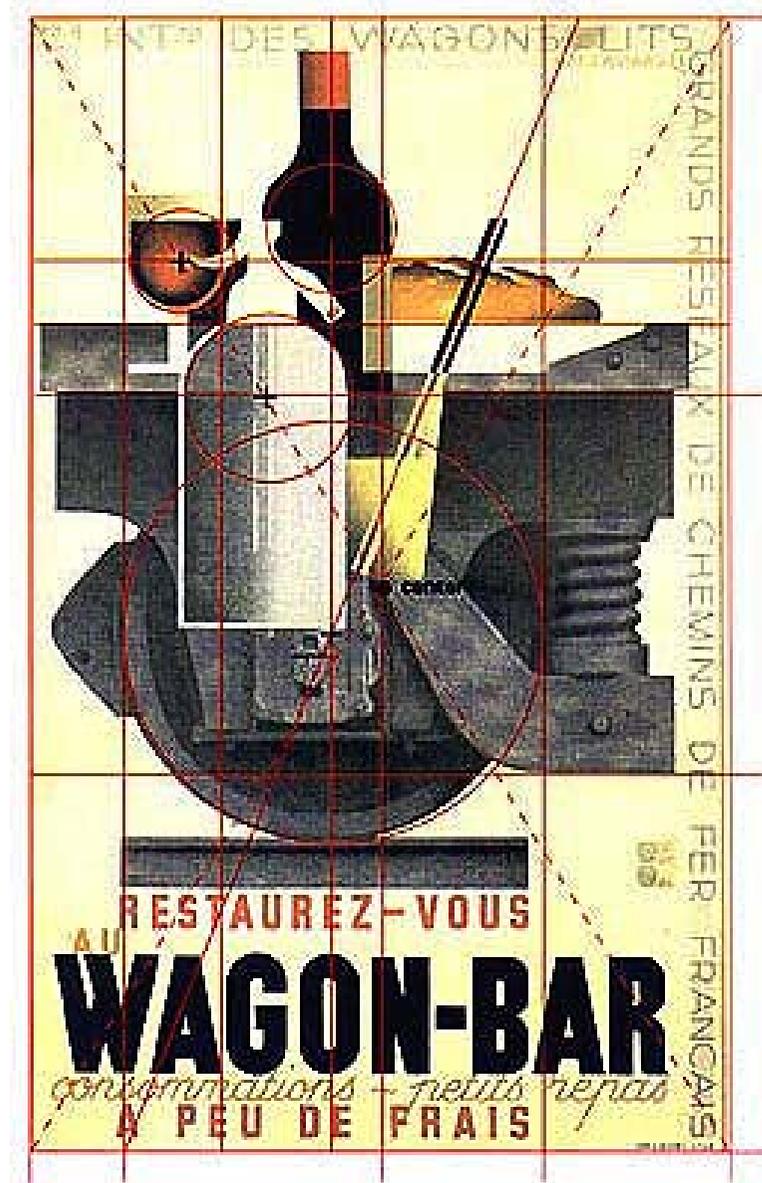


## Análise

O posicionamento consciente e o controle de cada elemento torna-se evidente, a partir dos pontos centrais dos círculos que formam o bojo do copo de vinho e a parte larga da garrafa de gasosa, que repousam na diagonal desde o canto esquerdo superior até o canto direito inferior. Da mesma forma, o centro do círculo na garrafa de vinho e o centro da roda estão alinhados na mesma vertical.

O pôster é relativamente complexo devido ao número de elementos que requerem simplificação e inter-relações estruturais, assim como controle organizacional.

Após análise, torna-se claro que existe um motivo para cada decisão.





## Análise

O diâmetro do círculo é o padrão de medida para o pôster e para a colocação de todos elementos.

O próprio círculo é um elemento focal que leva a vista inexoravelmente em sua direção. O círculo também ressalta o título da exposição e a relação dos expositores.

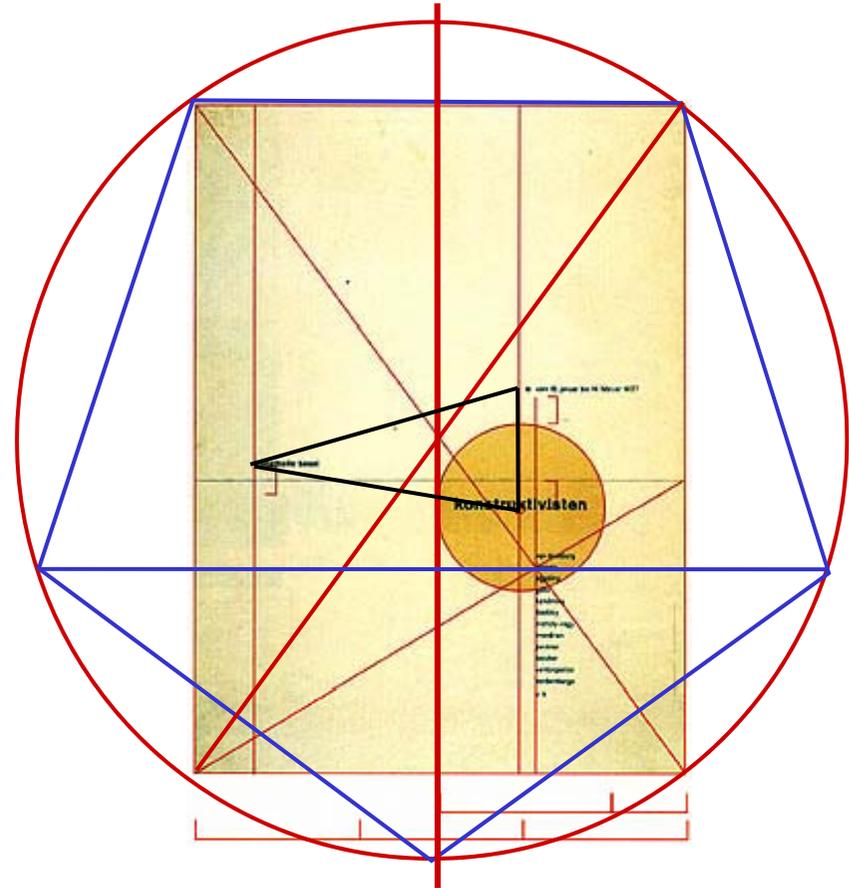
O pequeno bullet em forma de círculo, próximo à linha do texto contendo as datas da exposição é um elemento de atração visual, por ecoar e contrastar em escala com o círculo maior.

A lista dos expositores começa no ponto de encontro das diagonais do pôster e da diagonal do retângulo do pé da página.

As distâncias do texto aos principais elementos são módulos da distância da linha horizontal à base do "konstruktivisten", que está centralizado no círculo.

## Triângulo composicional

*O texto básico forma um triângulo que serve para ancorá-lo ao formato e aumentar o interesse visual.*



## Poster *Berufsphotograph* - Jan Tschichold, 1938

Foi idealizado para uma exposição de fotógrafos profissionais e ainda é um clássico, em termos de conceito e composição, decorridas muitas décadas. Devido à temática da exposição, a imagem de uma mulher é representativa e abstrata, por estar ela retratada em negativo. Esta técnica conduz a atenção para o processo da fotografia, em vez de uma simples imagem de mulher. O título principal, "der berufsphotograph," aparece impresso numa fonte bold, em três diferentes cores de tintas, amarelo, vermelho e azul, colocada numa faixa, que se misturam, à medida que a faixa "rola". Este arco-íris de cores na tipografia é a partida rara para o expressionismo do outro trabalho de Tschichold. Todavia, seu amor pela tipografia assimétrica e funcional aparece evidente no leiaute de elementos e textura.

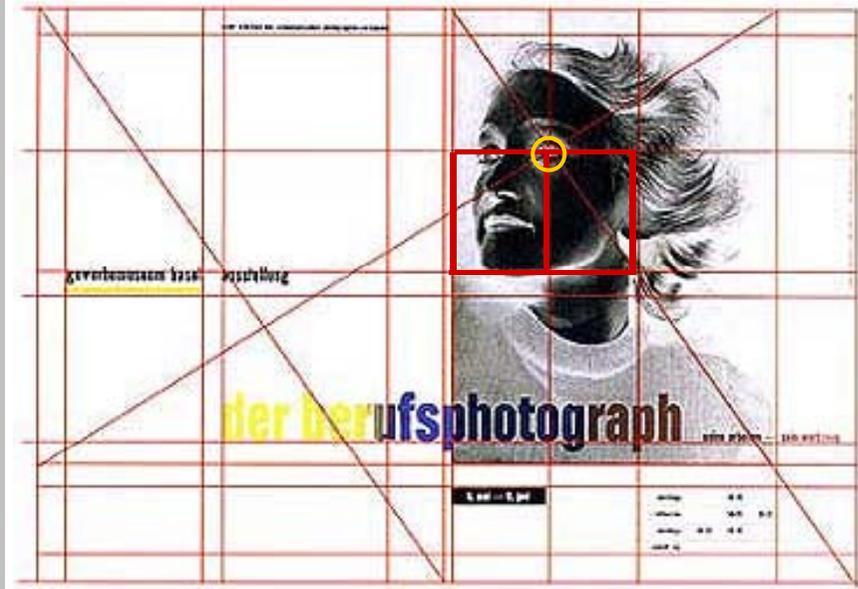


## Análise

A fotografia em negativo está logo à direita do centro do retângulo. O olho esquerdo da figura está cuidadosamente posicionado e a imagem está cortada de tal forma que se torna a conexão das diagonais que comandam a colocação dos elementos. A medida da largura e profundidade da imagem são seguidas pelos elementos tipográficos à esquerda.

### Relações do retângulo:

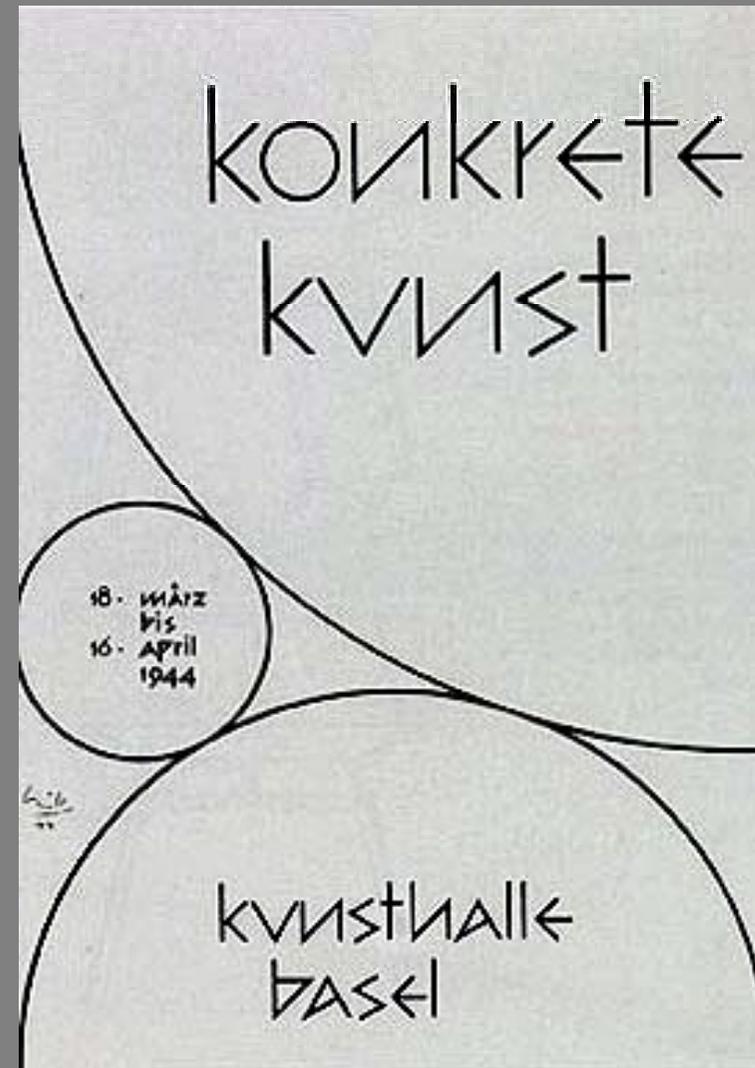
O diagrama da construção do retângulo está colocado na parte superior do pôster. O canto recíproco e as diagonais bisseccionam o olho da figura na fotografia.



## Poster *Konkrete Kunst* - Max Bill, 1944

Max Bill distinguiu-se como um artista de alta qualidade, arquiteto e tipógrafo. Ele estudou na Bauhaus, sob a orientação de Walter Gropius, Moholy-Nagy e Josef Albers, entre outros. Sofreu a influência do funcionalismo, na Bauhaus, do estilo De Stijl, e da organização matemática. A característica principal do estilo De Stijl, de 1920, incluía a divisão formal do espaço em linhas verticais e horizontais. Este estilo foi suavizado, ao tempo em que esta obra foi criada, em 1944. O espaço permanece dividido, mas em círculos e arcos, e as rígidas linhas horizontais de alguns tipos de De Stijl são desenvolvidos, de forma a criar círculos e diagonais.

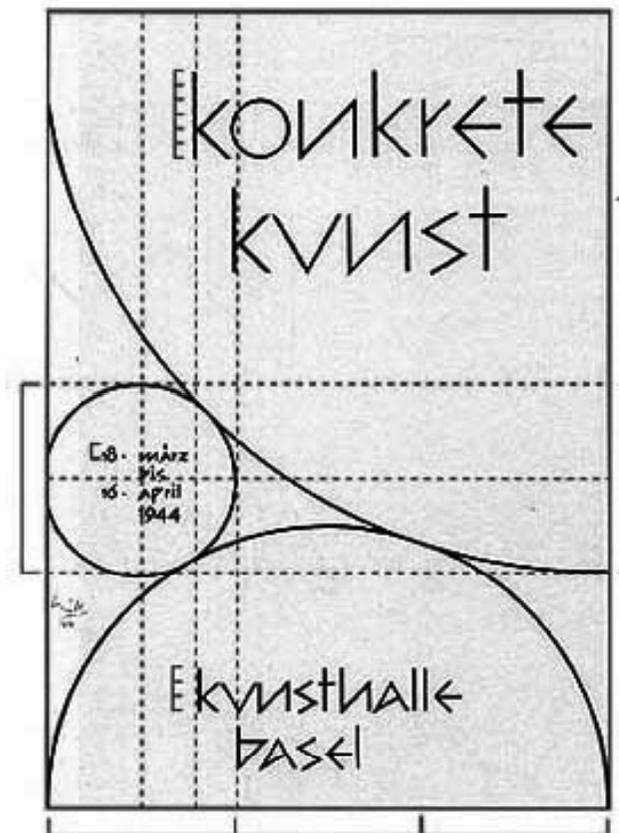
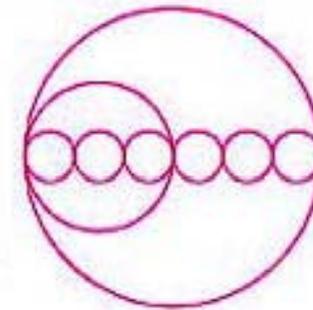
A abstração de Bill foi desenvolvida de forma a incluir a tipografia, igualmente. As formas da letra são geradas à mão e baseada no mesmo princípio do formato do pôster. Cada tipo guarda uma relação geométrica direta de forma modular. A fonte foi usada em outros pôsteres, e também para uma mostra projetada por Bill em 1949.



## Análise

O diâmetro do círculo pequeno é equivalente a  $\frac{1}{3}$  da largura do pôster, e também  $\frac{1}{3}$  do diâmetro do próximo círculo maior. O tipo menor está alinhado com o círculo menor e o tipo maior alinha-se com a tangente ao círculo e ao eixo do círculo menor.

A construção da relaciona-se diretamente com o posicionamento dos círculos. A diagonal atravessa os centros dos círculos maior e menor, e esta repousa na linha da construção de um quadrado. A proporção dos círculos é 1:3:6.



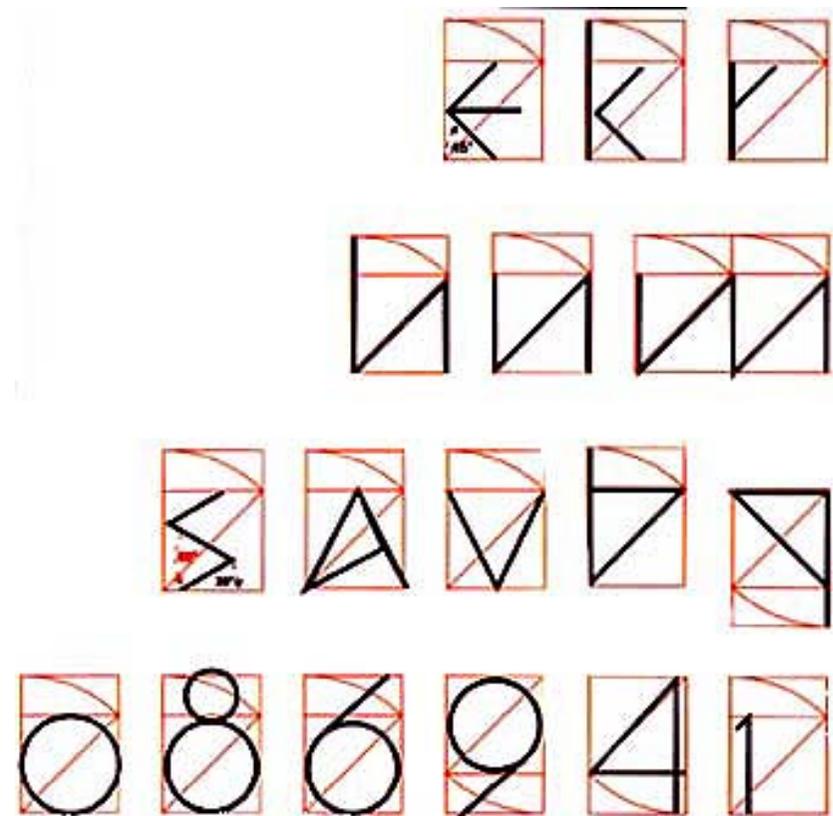
## Construção do Tipo

A construção do retângulo é a base a mediana ou a altura X da fonte em caixa baixa.

Os ascendentes e descendentes estão definidos pelo comprimento do retângulo. Os traços baseiam-se numa construção geométrica com ângulos de  $45^\circ$ . Os desvios dos ângulos ocorrem na letra "s," com  $30^\circ$  e  $60^\circ$ , e as maiores linhas do "a" e do "v" em ângulos de  $63^\circ$ . Dois retângulos foram usados para criar o "m", que é representado por duas formas de "n". Os algarismos foram criados de acordo com os mesmos princípios, utilizando um círculo perfeito, que reflete as formas do círculo maior na composição.

### Formas das proporções das letras:

As formas das letras têm somente um peso e as mesmas proporções dos círculos: 1:3:6. Bill, mais tarde, refinou levemente a construção da forma, para uso numa exposição, e este tipo está disponível, hoje em dia, na The Foundry em Londres.



## Poster *Beethoven* - Josef Müller-Brockmann 1955

Josef Müller Brockmann é tido como um dos funda-dores do Estilo Internacional Suíço. Seus pôsteres para os concertos Tonhalle, nos anos 1940 e 1950, estabeleceram um padrão para o sistema de organização visual usando malhas (grids).

Os ritmos geométricos dos círculos concêntricos, enquanto trabalho conceitual, aproximam-se dos sistemas matemáticos e estruturas presentes na música. Num trabalho estruturado de design, cada elemento tem a sua razão de ser, de ser posicionado, e de ter as suas dimensões determinadas. A dramática mudança de proporção nos círculos concêntricos ecoa o drama da música de Beethoven.

Toda a obra de Josef Müller-Brockmann pode ser analisada, geometricamente, da mesma forma. Ele sempre usa um planejamento matemático, construído logicamente.

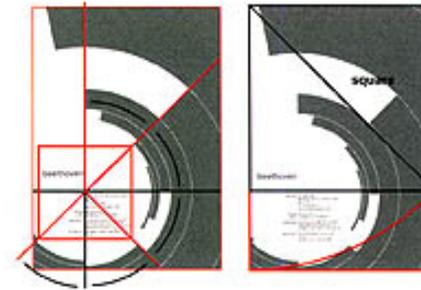


## Análise

O centro do círculo situa-se na parte superior esquerda do texto. Todos os ângulos estendem-se a partir do centro deste círculo. Os ângulos baseiam-se em módulos de  $45^\circ$ . Os menores ângulos têm um módulo de  $11,25^\circ$ , o próximo tem  $22,5^\circ$  e daí para frente, à  $45^\circ$ . À medida que os arcos de círculo giram em torno do ponto central eles variam em largura, de uma a 32 unidades, e sua largura duplica em progressão geométrica. O bloco de texto alinha-se verticalmente à esquerda, segundo uma vertical que representa um eixo, assim como a parte superior do bloco de texto, que corresponde a um ângulo horizontal.

### Organização dos ângulos:

A proporção e o posicionamento planejado dos ângulos pode ser prontamente vista, quando um quadrado é inscrito no primeiro círculo. A largura do círculo varia de uma a 32 unidades. Cada arco tem o dobro da largura do anterior: 1,2,4,8,16,32.



## Poster *Musica Viva* - Josef Müller-Brockmann 1958

Este pôster pertence à série Tonhalle e, a exemplo de todo seu trabalho, baseia-se no planejamento geométrico. Os elementos repetitivos, não objetivos, são círculos e o jogo reside nos espaços e proporções. Cada círculo é 2,5 vezes maior do que o próximo, menor. Isto pode ser observado no diagrama, onde se vê que o círculo seguinte menor ocupa um quadrante. A proporção da imagem é definido pelo retângulo raiz de 2, que é determinado por um arco que se origina no eixo horizontal superior do pôster. A base deste eixo torna-se a linha horizontal central do segundo círculo menor. Linhas verticais saindo do centro dos círculos alinham-se com as colunas e, no caso do círculo maior, alinha-se com o eixo do formato.

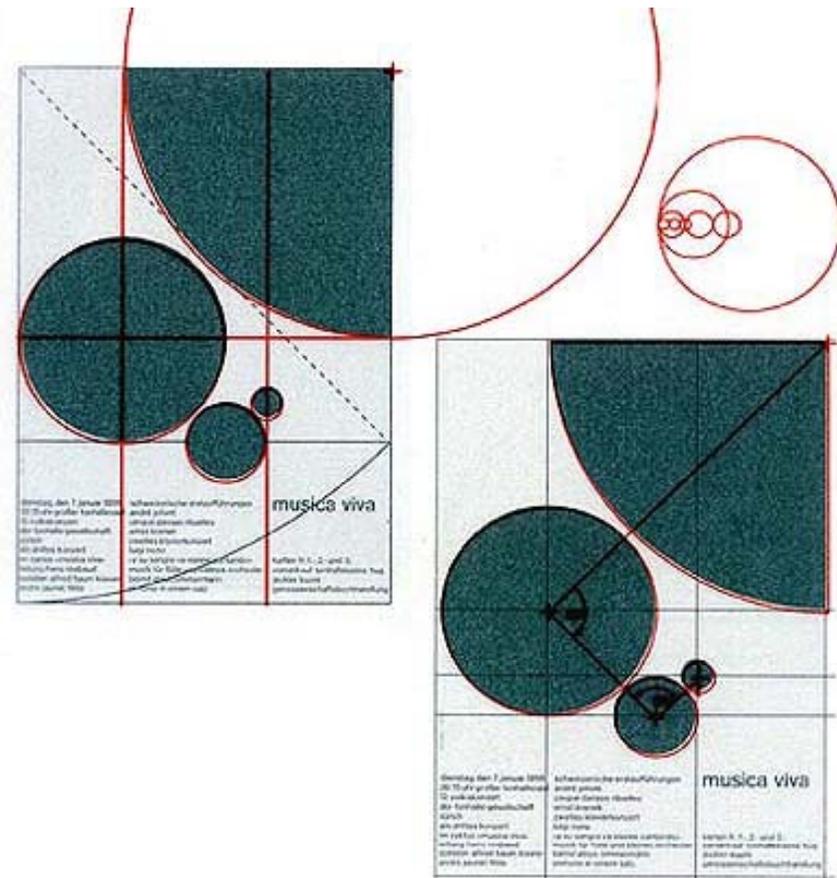


# Análise

## Construção e posicionamento dos círculos

O formato deste pôster baseia-se num retângulo, segundo o diagrama de construção da linha preta. O eixo da base do quadrado atravessa o centro do terceiro maior círculo e é a linha de base do segundo maior círculo. A linha tracejada em preto da diagonal separa os dois círculos maiores.

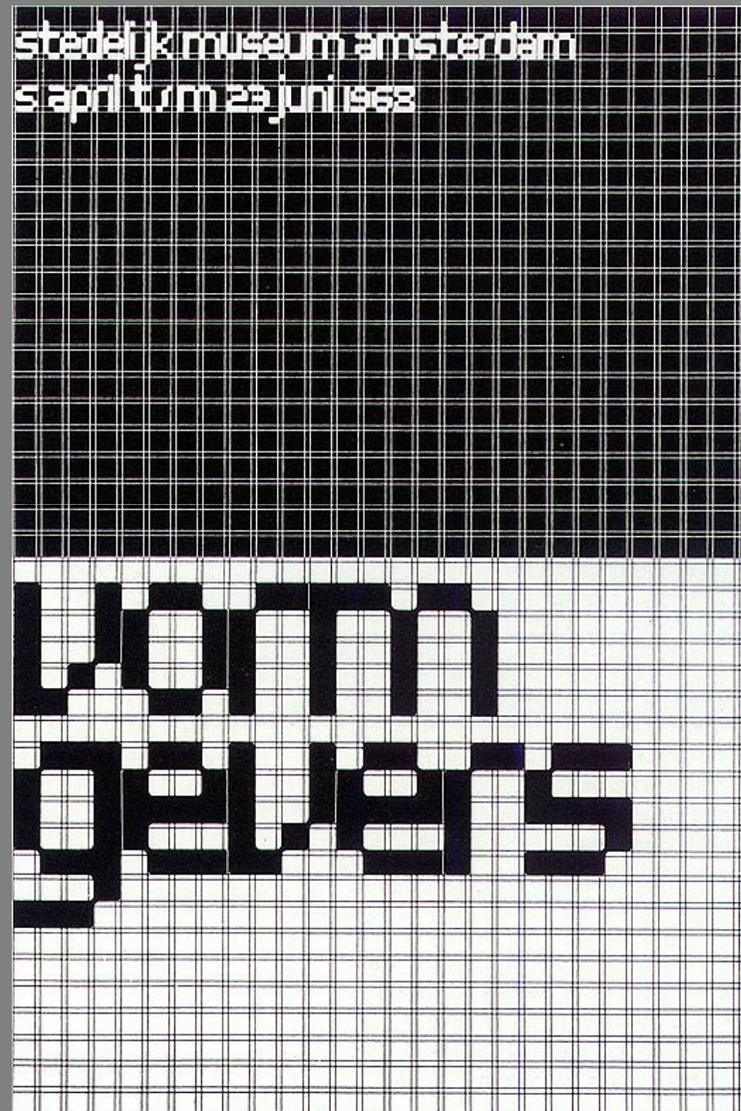
O posicionamento do círculo é determinado pela diagonal do quadrado e os centros dos círculos estão arranjados em ângulos de  $90^\circ$ . A altura X do tipo do "musica viva" guarda uma proporção de 1:1,141 em relação ao círculo menor. Esta é uma proporção raiz de 2. As larguras das colunas são determinadas pelos eixos e centros dos círculos.



## Poster *Vormgevers* - Wim Crouwel, 1968

Este pôster foi criado em 1968, bem antes do advento do computador pessoal. Naquela época, somente os bancos estavam muito envolvidos com o processamento de dados, e a tipografia deste pôster é similar a dos números que constam em talões de cheques. Esta tipografia, embora similar à legível por computadores, é também altamente profética, quanto ao advento da era digital. Wim imaginou que a tela e o computador teriam uma importância vital para a comunicação tipográfica.

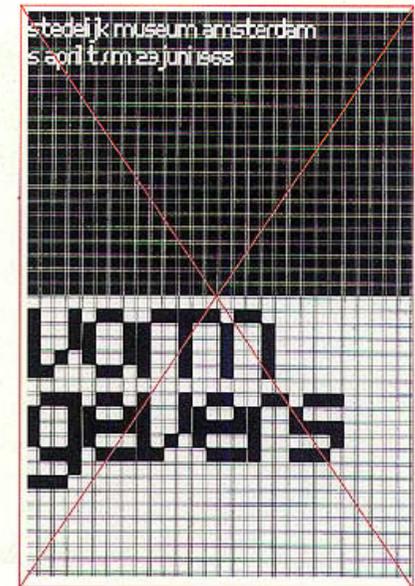
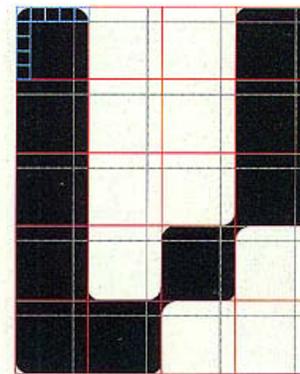
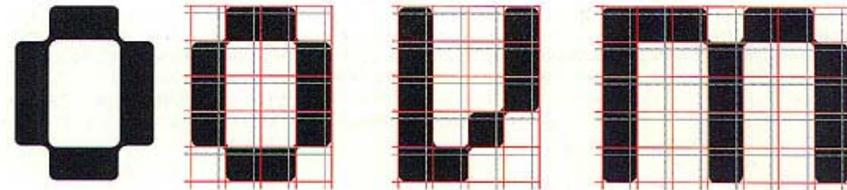
O pôster está formatado num padrão de divisão retangular muito simples, dividido pela metade. A malha é um pouco mais complexa, pois cada quadrado é subdividido por uma linha posicionada a um quinto da distância do lado superior e do lado direito do mesmo. As formas das letras estão criadas "digitalmente", usando os quadrados da malha. As linhas opostas da malha determinam o raio dos cantos e o mesmo raio é usado para os traços.



## Análise

O sistema de construção das formas das letras baseia-se no uso de uma malha, indicada nos diagramas pela cor vermelha. A aspereza da malha quadrada é suavizada pelo uso de raios que correspondem as linhas opostas, colocadas a  $1/5$  da distância do topo e à direita de cada quadrado da malha, indicado nos diagramas pela cor cinza. A malha permite a criação "digital" de traços verticais, horizontais e diagonais. O alfabeto só tem caixa baixa e as letras contém espaçamentos mínimos entre si.

Muitas das formas têm a dimensão de  $4 \times 5$ . As letras estreitas, como o "i" e o "j", só ocupam uma largura do quadrado da malha. O texto na parte superior do pôster tem  $1/5$  do tamanho do texto na parte inferior.

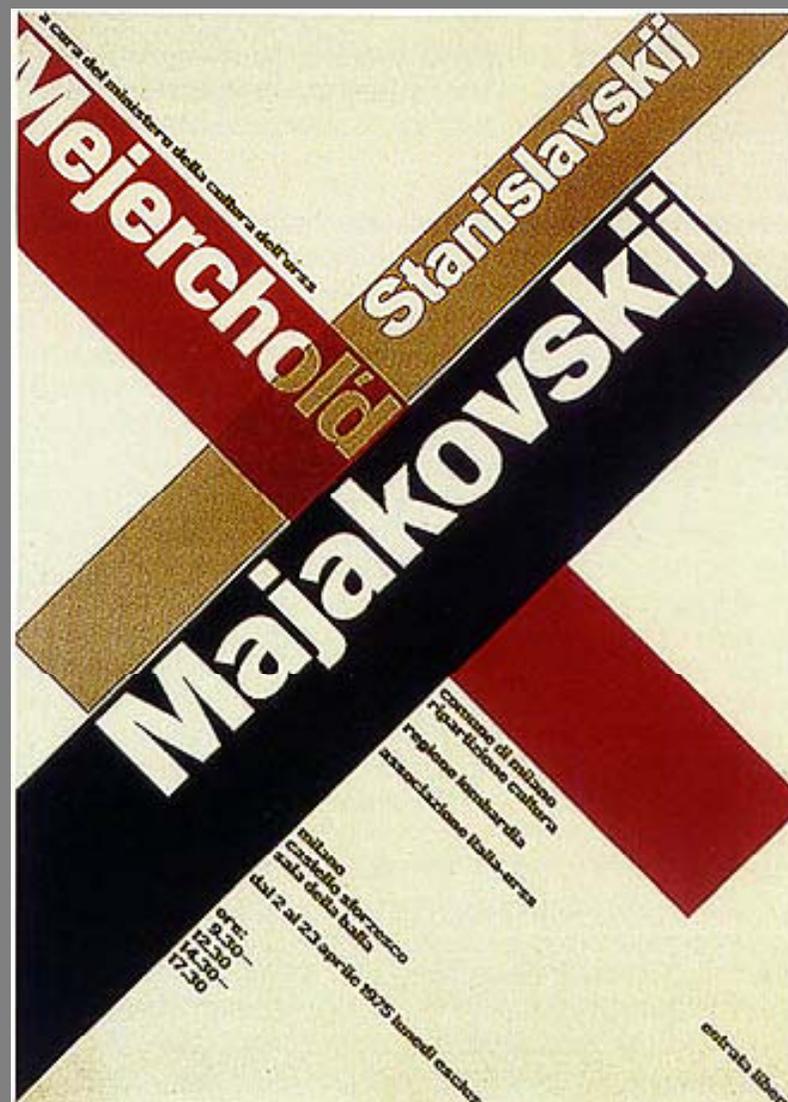


## Poster *Majakovskij*- Bruno Monguzzi, 1975

Bruno Monguzzi revive o espírito dos primeiros russos construtivistas neste pôster, exibido na mostra de artistas russos em Milão.

Seu design reflete os ideais revolucionários do construtivismo russo dos anos 20. O uso limitado de cores, vermelho, preto e cinza, e retângulos dourados em ângulo de 45°, conferem ao pôster, um utilitarismo visual que se tornou marca dos construtivistas. Monguzzi usa a mesma tipografia sem serifa e as técnicas utilitaristas do construtivismo com um aguçado olho composicional. Hierarquicamente, os nomes dos três artistas, Maiacovski, Meierchold e Stalislavski constituem a principal força visual.

As linhas e tipografia encontram-se nas mesmas proporções. O sentido de espaço visual é comunicado pelas linhas que se sobrepõem e a transparência é criada pela superposição do vermelho sobre o cinza, originando uma nova cor.



## Análise

As três linhas que se sobrepõem estão na proporção de 2:3:4 e a altura das maiúsculas seguem o mesmo sistema. Cada linha encontra o eixo no formato de um ângulo de 90°, conferindo uma forte sensação de tensão visual.

### Elementos da proporção:

A largura das linhas onde se dá a reversão da tipografia é 2:3:4, que está sincronizada à sua proporção e guarda, igualmente, a relação 2:3:4.

### Formato:

O método de construção do círculo que dará origem ao retângulo mostra o “X” centrado, que domina a composição.



## *Chaise Longue* - Le Corbusier, 1929

Os arquitetos com formação em Belas Artes são muito conscientes dos princípios das proporções clássicas, e os empregam, seja na arquitetura ou no mobiliário que projetam. Le Corbusier é um destes arquitetos. A atenção que dá ao detalhe e proporção podem ser encontrados em sua "Chaise Longue." Ele sofreu influências, nos anos 20, de outros arquitetos, como Mies van der Rohe, que estavam projetando estruturas de aço para suas construções. Ambos foram influenciados pelas formas geométricas do mobiliário de Thonet Bentwood e adotaram formas simplificadas similares em suas obras.

Em 1927, Le Corbusier iniciou uma cooperação com Charlotte Perriand, designer de mobiliário, e seu primo, Pierre Jeanneret. Obtiveram muito sucesso e chegaram a muitos projetos clássicos de mobiliário que levaram suas assinaturas.

**Design** de  
**Produto**

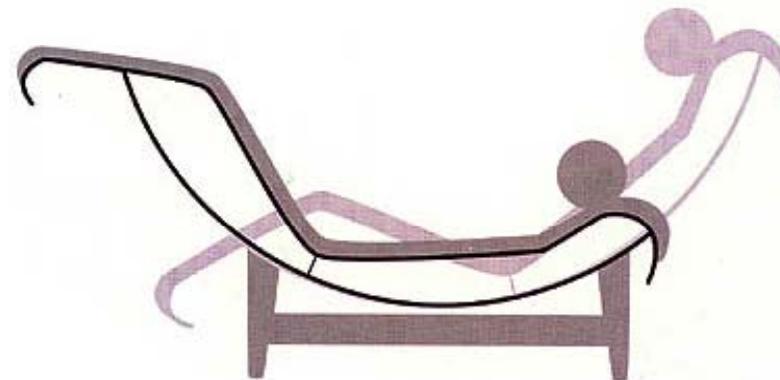
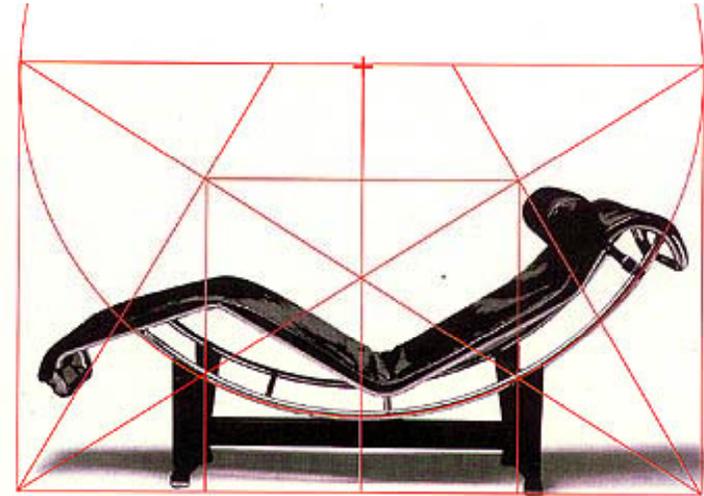


*Chaise Longue* de Thonet - 1870

## Análise

A estrutura em cromo tubular da "Cadeira" é um arco deslizante que repousa sobre uma base simples. Este arco é um sistema simples e elegante, que desliza em ambas as direções e se mantém em posição pelo atrito e pela gravidade, com os pés ou a cabeça erguidos. Similarmente ao arco geométrico da estrutura, a almofada é a forma geométrica de um cilindro, facilmente reposicionável pelo usuário. O arco da estrutura é tal que ela pode ser removida do suporte e ser usada como cadeira de balanço reclinável.

As proporções da cadeira são subdivisões de um retângulo áureo. A largura do retângulo torna-se o diâmetro do arco que forma a estrutura da cadeira. A base, guarda relação direta com o quadrado na subdivisão harmônica.



## **Brno Chair - Mies van der Rohe, 1929**

Mies van der Rohe recebeu uma encomenda para projetar a residência da família Tugendhat, devido à fama alcançada por sua participação no Pavilhão Barcelona, em 1929. A encomenda incluía o projeto da mobília, que deveria ser consentânea com a modernidade do prédio.

Naquela época, a tecnologia de dobragem de aço tubular era nova e apresentava opções inovadoras. O projeto da "Brno" baseou-se num projeto do fim do século 18, a célebre "Cadeira de Balanço Bentwood," de Michel Thonet.

Originalmente era forrada em couro e pôde ser desenvolvida com o assento em suave balanço, por causa da resistência do aço tubular e, alternativamente, em barras chatas, que resultavam em variações estruturais.

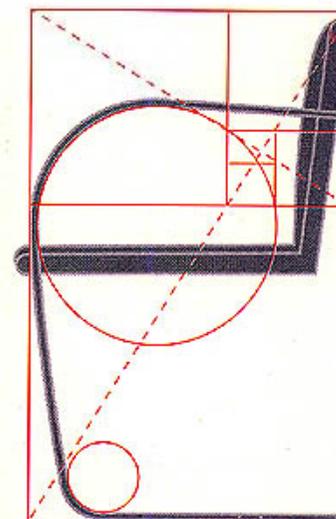
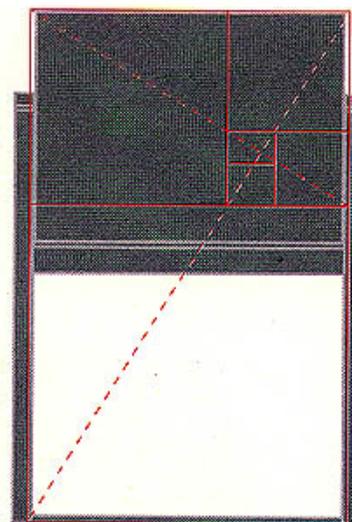
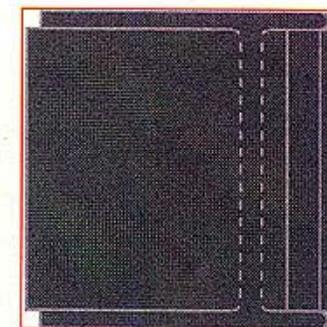


## Análise

A vista superior da cadeira cabe dentro de um quadrado (em cima, à direita). A vista frontal (abaixo à direita) e a lateral, na extrema direita, cabem num retângulo áureo. Os ângulos das pernas da frente e do encosto da cadeira são simétricos e os raios das curvas estão na proporção de 1:3.



*Bentwood* de Thonet



## **Barcelona Chair - Mies van der Rohe, 1929**

A “Cadeira Barcelona” foi projetada em 1929 para o pavilhão alemão da Mostra Internacional de Barcelona, Espanha.

O pavilhão apresentava uma característica peculiar, que o tornava diverso dos demais: o próprio pavilhão era a mostra. Elegante, espalhado, consistia de mármore italiano, vidro cinzento, colunas em mármore verde-escuro, cujo único produto eram as “Cadeiras de Barcelona” e os “Sofás de Barcelona”, estofadas em couro branco, e as “Mesas de Barcelona”. Os sofás e as mesas utilizavam uma estrutura em forma de “x”, similar a das cadeiras.

Mies van der Rohe foi o projetista do prédio e da mobília, e ambos foram considerados como marcos do design, e a grande realização da carreira europeia de van der Rohe.

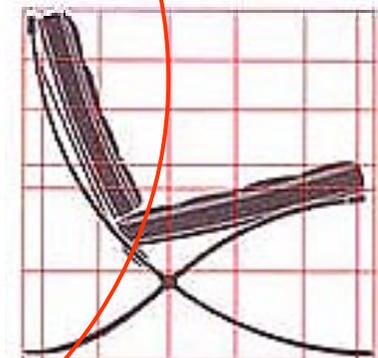
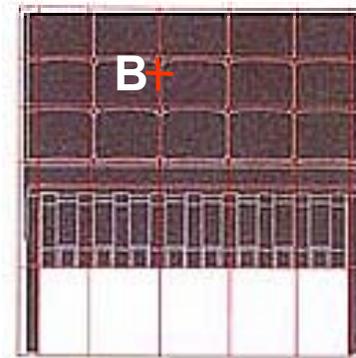
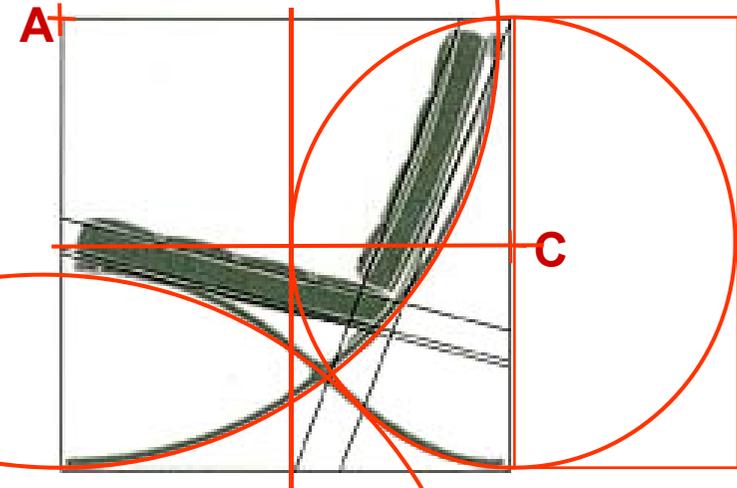


## Análise

É difícil imaginar que uma peça tão moderna e clássica tenha sido concebida há mais de 70 anos. O móvel é uma sinfonia de proporções meticulosas, baseadas na simples figura de um quadrado. Sua altura é igual ao seu comprimento, que por sua vez é igual à profundidade, cabendo perfeitamente em um cubo. Os assentos de couro e as almofadas são retângulos, fixados numa estrutura em aço. A construção em "X" das pernas forma uma moldura elegante e uma marca registrada duradoura até hoje.

### Proporções da Curva:

A curva primária das costas da cadeira e a perna frontal é formada por um círculo com raio idêntico ao quadrado, cujo centro é o ponto "A". A curva do círculo original é repetida em frente ao suporte do assento, com um círculo idêntico, com centro no ponto "B". Um outro círculo, cujo raio é a metade do primeiro, define a perna posterior, com centro em "C".



## *Plywood Chair* - Charles Eames, 1946

Mesmo tendo toda a condição escolar para o estudo de arquitetura, Charles Eames abandonou a Universidade de Washington, em St. Louis, após dois anos. O currículo baseava-se nos princípios tradicionais da Academia de Belas Artes, que se chocavam com o seu ávido interesse pelo modernismo e pela obra de Frank Lloyd Wright. Ainda assim, ele apreciou os fundamentos dos clássicos princípios da proporção e arquitetura, em que foi treinado.

Sua cadeira em *Compensado* foi projetada para uma competição sobre “Mobília Orgânica”, patrocinada pelo Museu de Arte Moderna, em 1940. Eames e seu colaborador, o arquiteto Eero Saarinen procuraram juntar formas orgânicas num todo. O resultado; formas curvilíneas maravilhosas, atraiu as vistas dos juízes, assim como a tecnologia inovadora de compensado moldado tridimensional e uma nova técnica de soldar borracha, que fixava o compensado ao metal. A obra foi a vencedora.



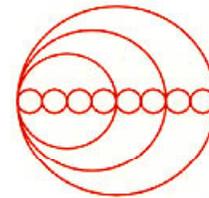
## Análise

A cadeira atual, ainda em produção, evoluiu da premiada. É impossível afirmar que a relação entre as proporções da cadeira e a seção áurea foram intencionalmente planejadas, mas o treinamento da Belas Artes e a colaboração de Eero Saarinen parecem confirmar a suspeita.

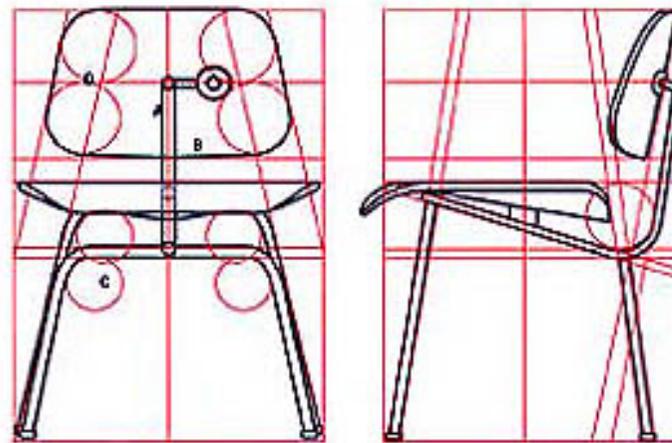
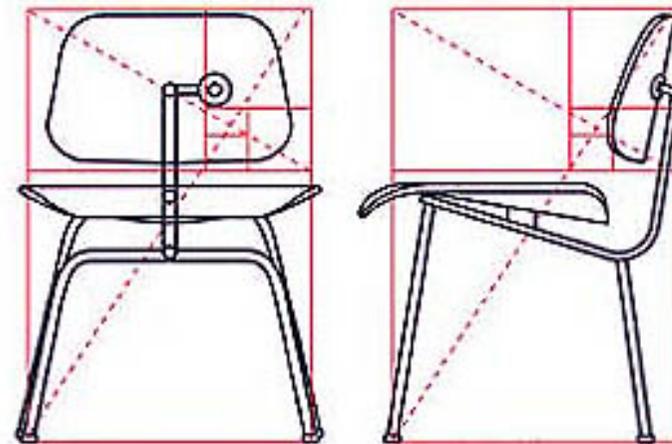
**Costas da cadeira:** adaptam-se perfeitamente a um retângulo áureo.

**Proporções da cadeira:** aproximadamente as de uma relação áurea.

**Detalhe das proporções da cadeira:** raios dos cantos das costas das cadeiras, assim como suas pernas tubulares, tem proporções modulares de 1: 4: 6: 8, sendo  $A=1$ ;  $B=4$ ;  $C=6$ ;  $D=8$ .



Raios:  $A=1$ ;  $B=4$ ;  $C=6$ ;  $D=8$  M.

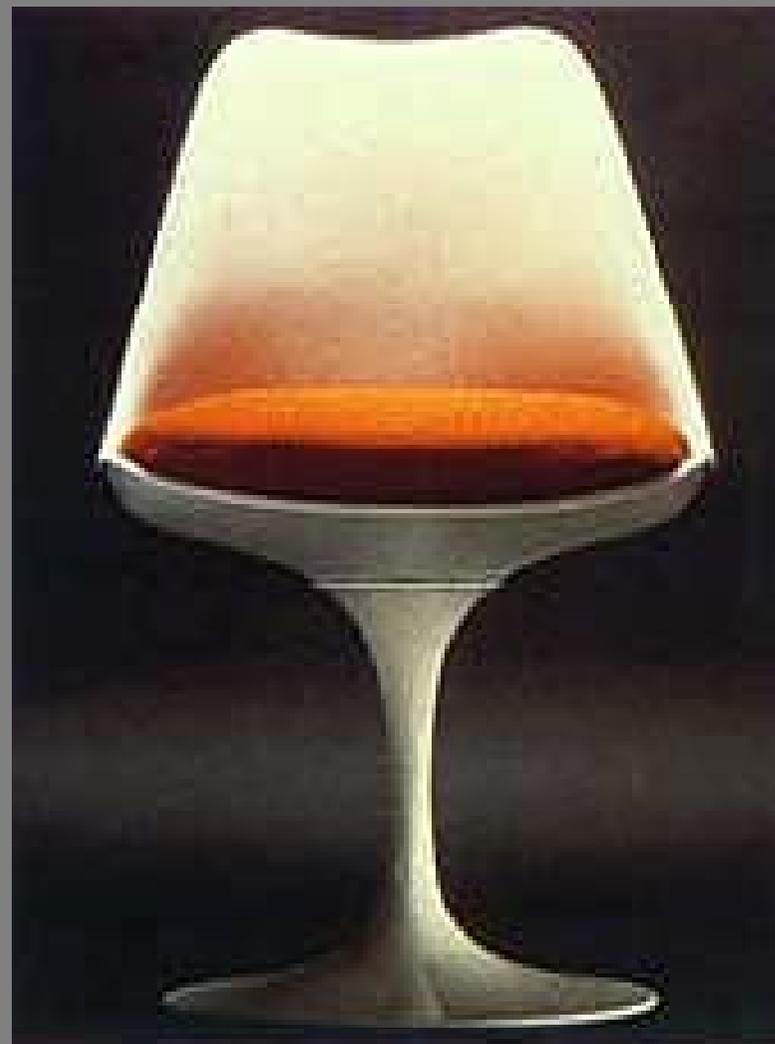


## ***Pedestal Chair - Eero Saarinen, 1957***

Eero Saarinen nutria amor pela simplicidade e formas unificadas, o que pode ser observado em sua arquitetura, como por exemplo, o arco do portão de entrada de St. Louis, Missouri, e o projeto de mobiliário do Grupo Pedestal. Já havia trabalhado com Charles Eames no design da Cadeira de Compensado. Sua procura de formas orgânicas simplificadas foi recompensada com o Grupo Pedestal, em 1957.

Saarinen buscou a simplicidade dos interiores e a eliminação do que ele considerava como um desordenamento entre mesas e pernas de cadeiras. Suas formas eram tão suaves, modernas e inesperadas que se tornaram ícones do futuro.

A versão de cadeira lateral do Grupo Pedestal está ilustrada aqui e faz parte de um grupo que inclui banquetas, cadeiras de braços e mesas laterais. As vistas frontal e lateral da cadeira inserem na razão áurea, e as curvas do pedestal guardam uma relação com a elipse áurea.



## Análise

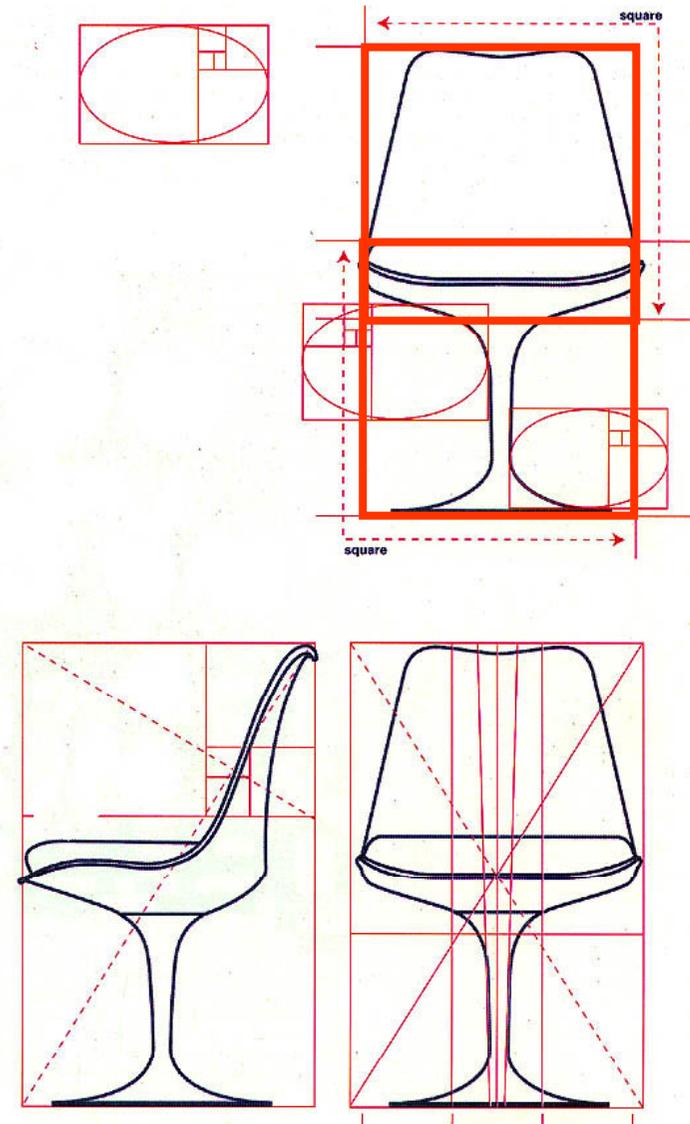
### Elipse Áurea:

De forma similar ao retângulo áureo, o raio do eixo maior da elipse áurea guarda uma proporção de 1:1,618 para o menor. Sabe-se que a preferência cognitiva do olho humano é para uma elipse áurea.

### Vista Frontal e Lateral:

A vista frontal da cadeira cabe perfeitamente na razão áurea. A vista lateral também pode ser analisada como dois quadrados superpostos; o de baixo chega até o topo do assento e o superior até a junta do pedestal com o assento.

As curvas do pedestal principal da cadeira adaptam-se, tanto na parte inferior como na superior, às elipses áureas.



## Misturador Manual Braun - 1987

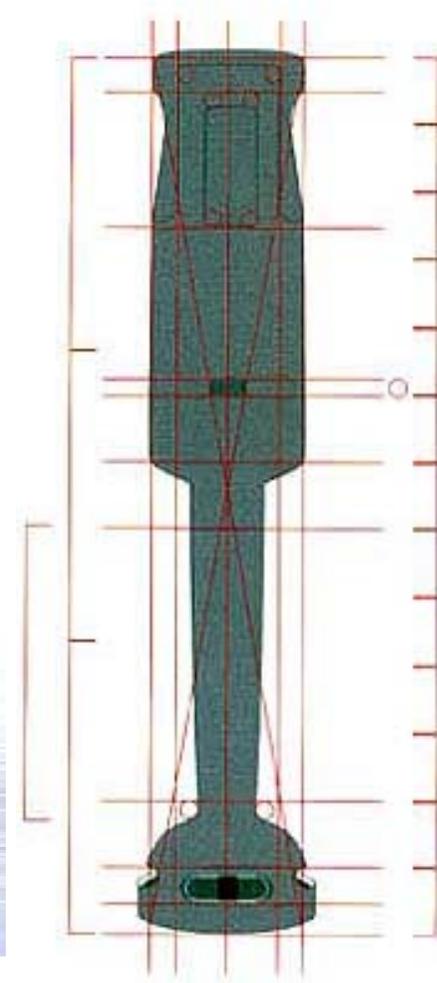
O desenho simples, elegante e a qualidade dos aparelhos domésticos Braun tornou-os favorito do grande público na década de 80. Muitas dessas peças fazem parte de acervos permanentes de design em museus de Arte Moderna.

As formas Braun são sempre limpas, simples, geométricas, em branco, com controles funcionais negros. Estas linhas simplificadas conferem a cada aparelho a sensação visual de uma peça de escultura funcional.

Os designers dessas obras tridimensionais empregam sistemas similares e desenvolvem inter-relações espaciais. Tais inter-relações são visuais e estruturais, aplicadas à tridimensionalidade.

### **Estrutura e Proporções:**

A medida do longo eixo do misturador manual é um terço da altura total do aparelho. Os raios dos botões e das superfícies estão proporcionados uns com os outros. A simetria é completa e, mesmo a colocação do logotipo, está em harmonia com os demais elementos.

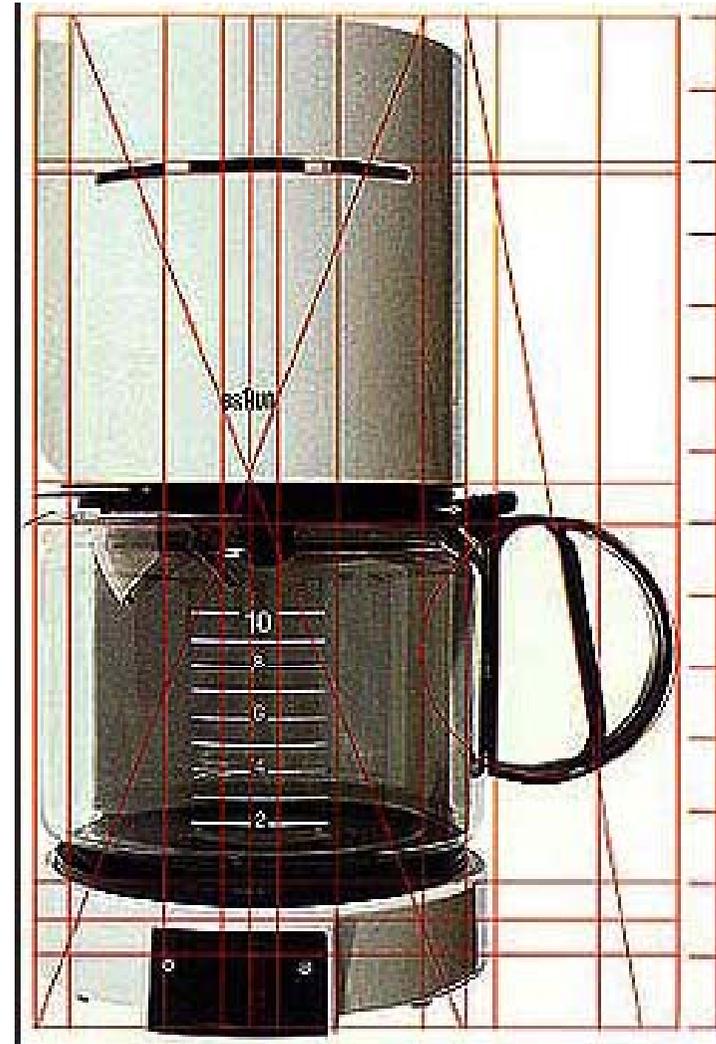


## *Cafeteira Braun Aromaster - 1986*

A cafeteira Braun apresenta, igualmente, um sentido similar de função à sua forma. As formas permanecem geométricas e os cilindros estão acentuados por uma alça que é quase um círculo perfeito. O logotipo é alvo, mais uma vez, de especial atenção, quanto a detalhes, escala e colocação, como todos os demais elementos.

### **Estrutura e Proporção:**

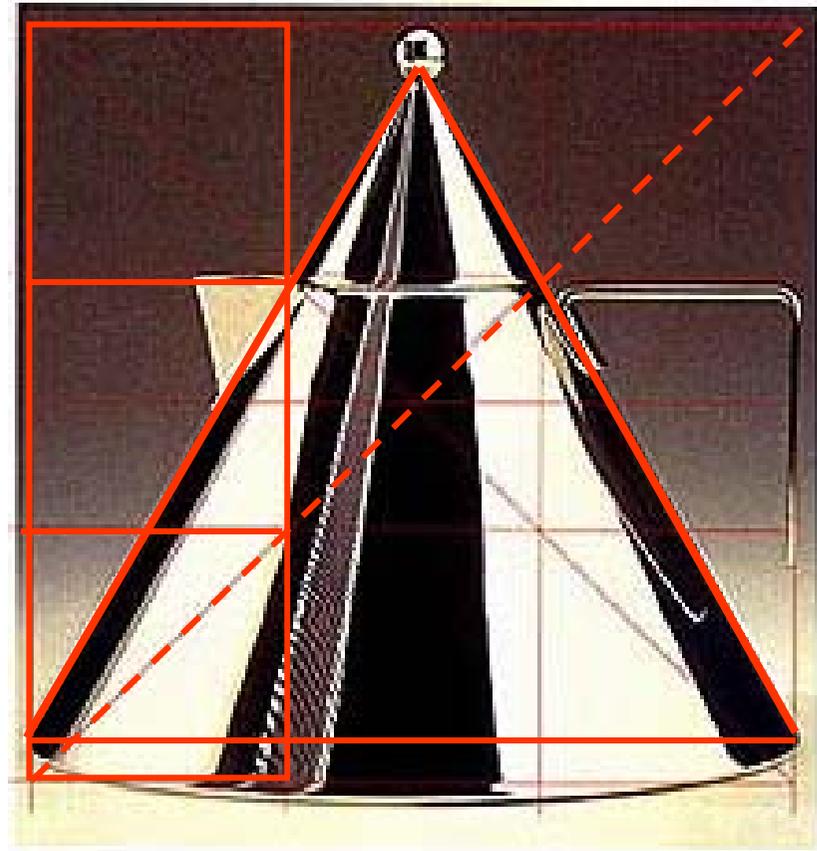
A área da cafeteira pode ser dividida em séries regulares. Cada elemento foi cuidadosamente planejado de forma a se harmonizar com os demais. O logotipo Braun situa-se ligeiramente acima do centro. A forma cilíndrica da cafeteira combina com a da alça, que é um segmento de círculo. A diagonal da alça alinha-se com o canto superior. A simetria dos elementos pode ser observada nos prendedores na chave de ligação, que estão alinhados com as marcas de medição no recipiente, assim como com o centro do orifício de ventilação, que aparece no topo.



## Chaleira Cônica - Aldo Rossi, 1983

O fabricante e designer Alessi tornou-se conhecido como incentivador e produtor de trabalhos experimentais de vanguarda, na área industrial. Os produtos são tão formais como funcionais. O método de Rossi consiste em criar um conceito para o produto e discuti-lo com os técnicos de produção, para resolver eventuais problemas de fabricação.

A chaleira tem como forma principal um cone formado de um triângulo equilátero, que possibilita o máximo contato da base, para maximizar a fonte de calor. A forma da chaleira divide-se numa grade de 3x3. Seu terço superior, o vértice, é uma interessante pequena esfera, que permite a fácil remoção do topo, mas que atua como uma forma da dimensão tridimensional do vértice da chaleira. O terço médio estende-se horizontalmente por toda a largura do pote e verticalmente para baixo. A forma da alça pode ser vista como um triângulo invertido, ou como uma parte do raio. Todas as formas geométricas primárias são parte da composição: cone, triângulo, círculo, esfera e quadrado.



## **Volkswagen Beetle - Jay Mays, Freeman Thomas, Peter Schreyer, 1997**

O novo Besouro Volkswagen é menos um veículo do que uma peça de escultura cinética à medida que se move pelas ruas. Distintamente diferente dos demais carros, ele exibe a idéia visual de coesão de forma. Seu corpo é, ao mesmo tempo, atrasado e futurista, uma fusão de geometria e nostalgia.

O corpo adapta-se na metade superior de uma elipse áurea. As janelas laterais repetem a forma da elipse áurea, com as portas repousando num quadrado de um retângulo áureo.

Todos os detalhes de mudanças de áreas são elipses áureas tangentes ou círculos, mesmo a colocação da antena situa-se num ângulo tangente à roda dianteira.



## Análise

### Vista Frontal:

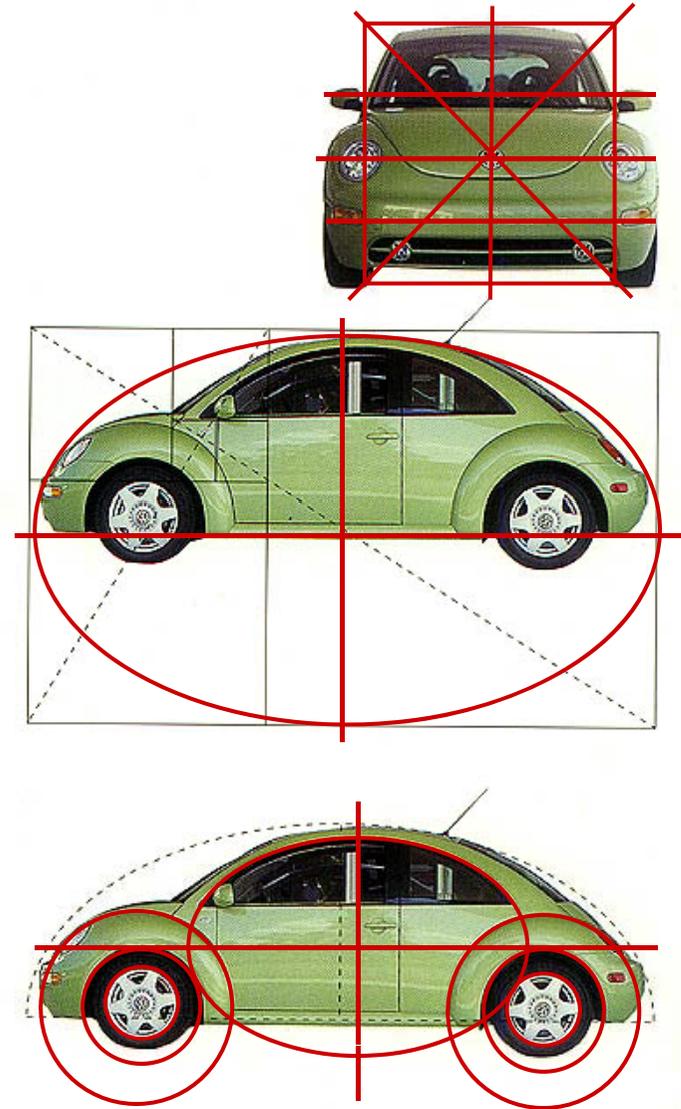
A frente do carro é um quadrado com todas as superfícies simétricas. O logotipo da Volkswagen no capô situa-se no centro do quadrado.

### Carroceria:

Um elipse áurea está inscrita no diagrama de construção de um retângulo áureo. O corpo cabe claramente na metade superior desta elipse áurea. O eixo maior da elipse alinha-se com o corpo, logo abaixo do centro das rodas.

### Volumes:

Uma segunda elipse áurea engloba as janelas laterais. Está elipse é também tangente à roda da frente e à roda traseira. O eixo principal da elipse tangencia tanto a roda frontal como a traseira.



## Análise

### Visão Posterior:

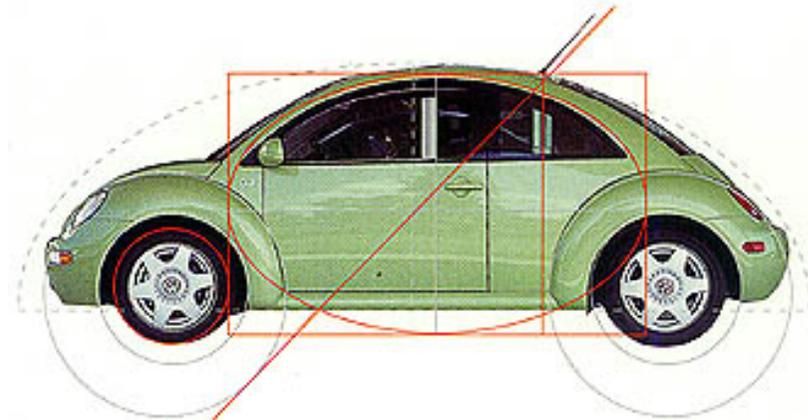
A exemplo da visão frontal, a visão traseira pode ser inscrita num quadrado. O logotipo está colocado próxima ao centro do quadrado, e todas as superfícies e elementos são simétricos.

A geometria do corpo do carro apresenta, ainda, outros detalhes; os faróis dianteiros e traseiros são elípticos, mas como repousam sobre curvas, aparentam ser circulares.

O ângulo que rege o capô da mala está a  $45^\circ$ .

### Antena:

O ângulo da antena é tangente ao círculo do para-lama da roda da frente e a posição da sua base alinha-se com o para-lama da roda traseira.



## Conclusão

A compreensão dos princípios básicos da geometria traz à criatividade um senso de coesão e composição, em que cada elemento da obra ostenta um sentido de propriedade visual. Ao se desvendar a geometria, os sistemas e as proporções, torna-se possível compreender melhor as intenções e o raciocínio de muitos designers e arquitetos. Adquire-se assim, uma visão do processo de realização e obtém-se uma explicação racional para muitas decisões, seja o uso da geometria intuitivo ou deliberado, aplicado com rigidez ou por acaso.

FIM

### Bibliografia Básica:

*Kimberly Elam*

“Geometry of Design”

(Tradução Elyseu Visconti Neto)

### Bibliografia Complementar:

*Le Corbusier*

“Por Uma Arquitetura”

*Josef Müller-Brockmann*

“Sistema de Retículas”

*György Doczi*

“O Poder dos Limites”

*Jens Bernsen*

“Design: defina primeiro o problema”

*Michel Duplay*

“Création Architecturale”

Leonardo Visconti (ESDI – EBA – UNIVERCIDADE–  
ESPM) Março/Abril 2002

*Quem Mata a Cobra, Mostra o Pau.*

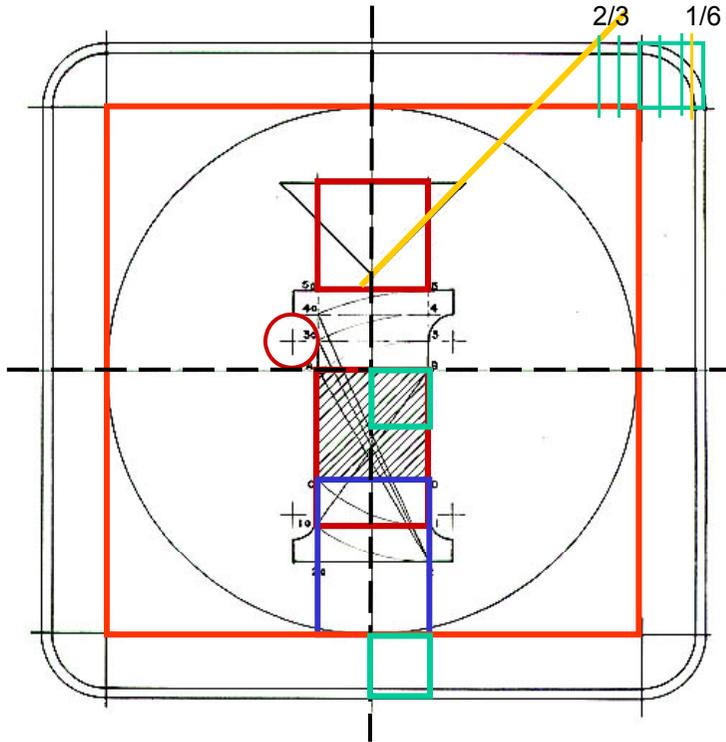
Década de 40

**IPIRANGA**

Década de 60

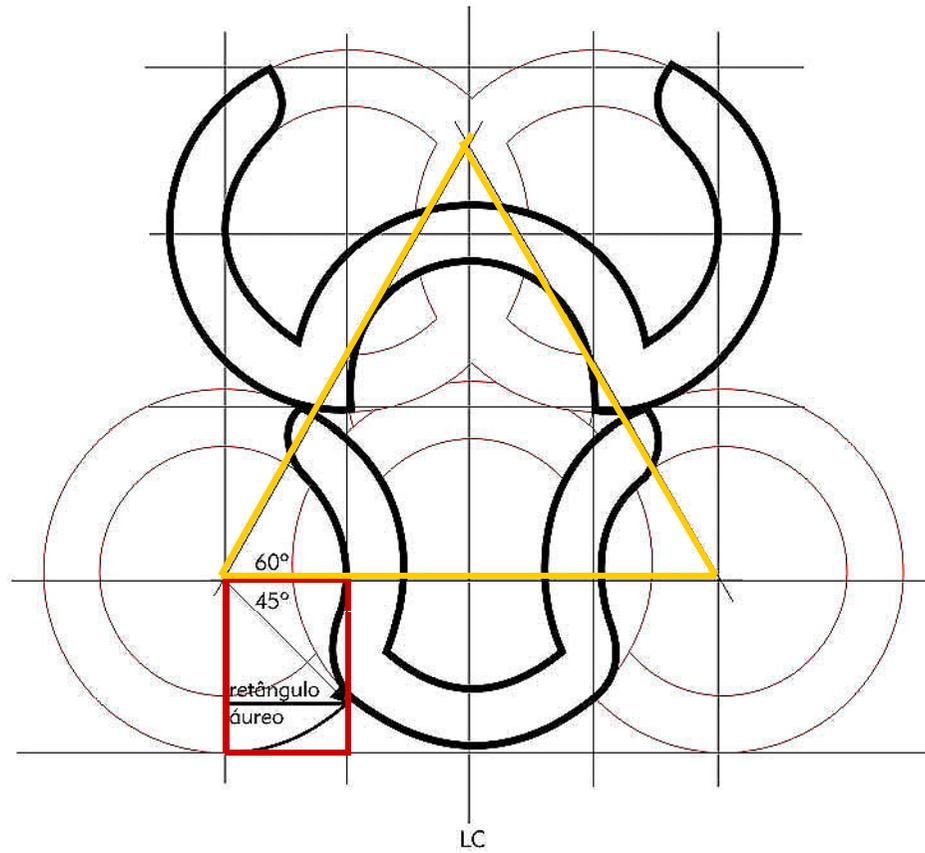


*Cia. Brasileira de Petr3leo Ipiranga - Verschleisser/Visconti, 1972*

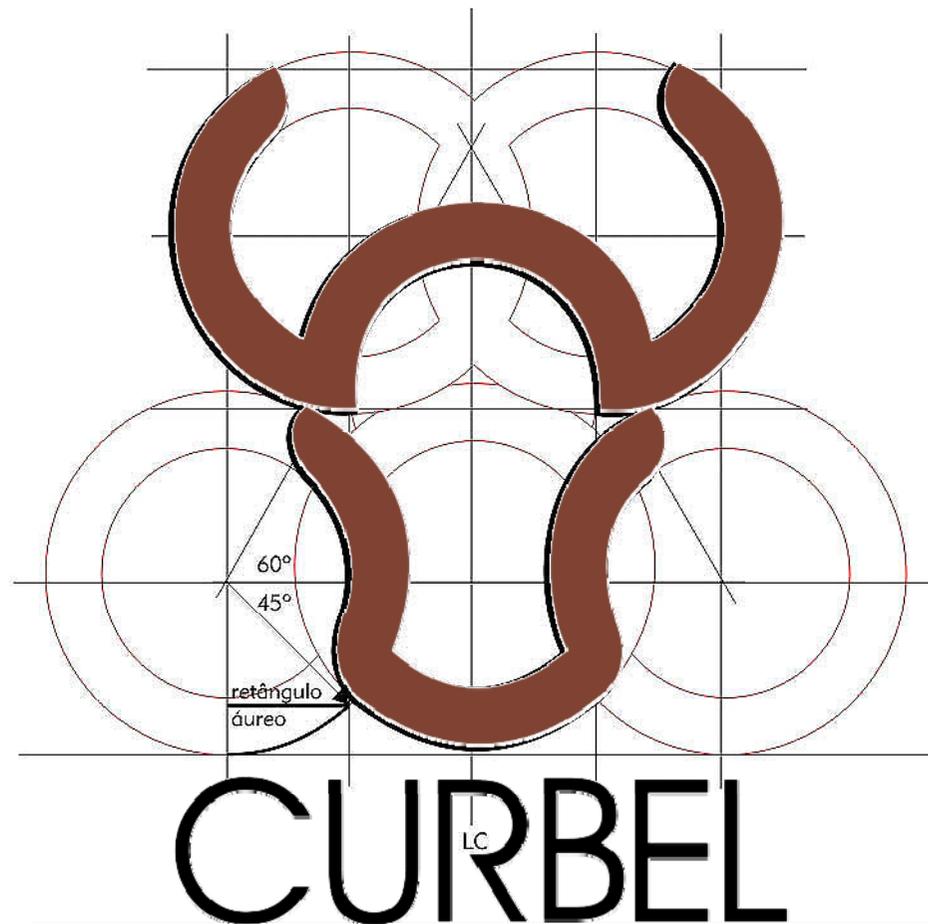


**IPIRANGA**

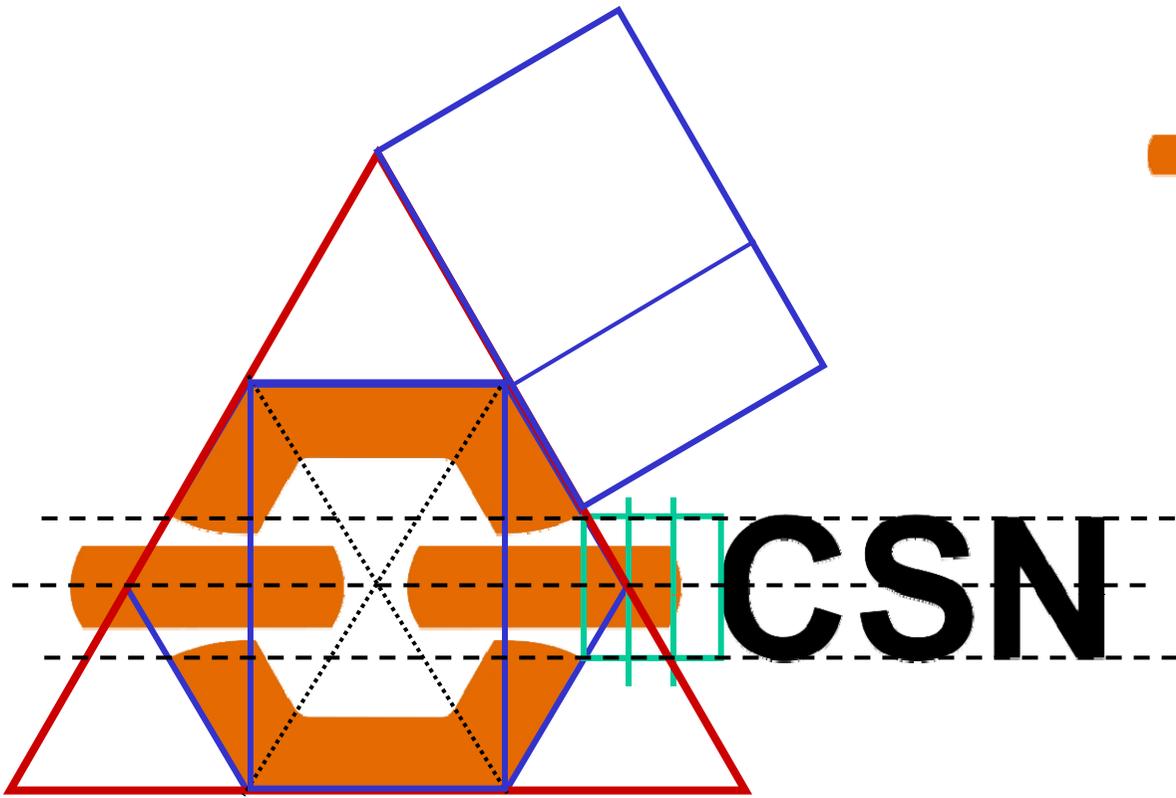
***CURBEL Cortume de Belém - Verschleisser/Visconti, 1979***



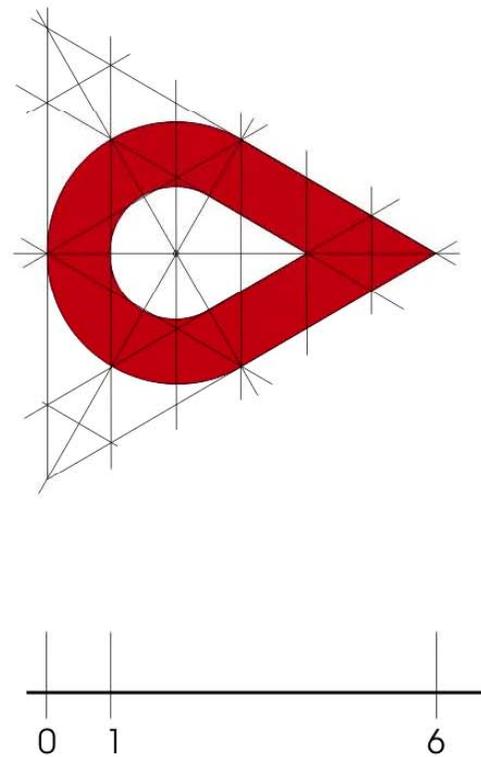
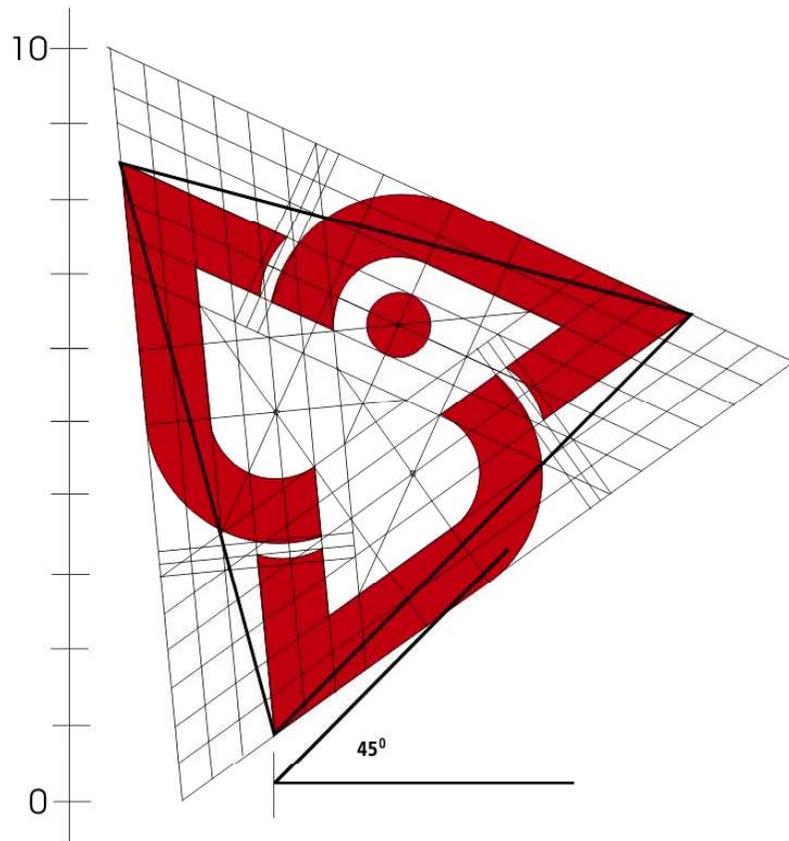
***CURBEL Cortume de Belém - Verschleisser/Visconti, 1979***



*CSN Companhia Siderúrgica Nacional* - Verschleisser/Visconti, 1969

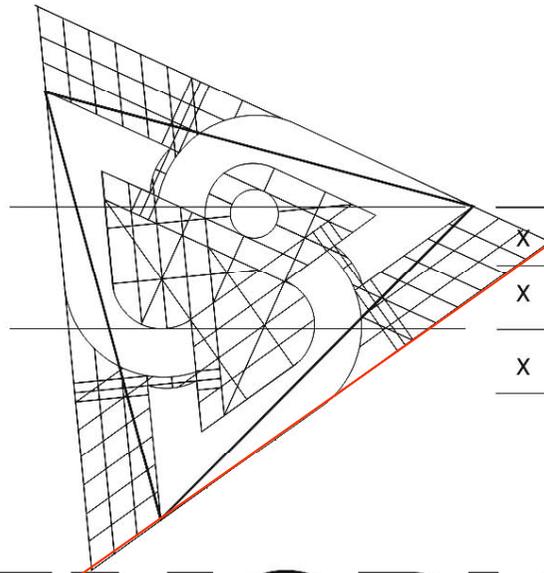


**HEMORIO - Verschleisser/Visconti, 19??**





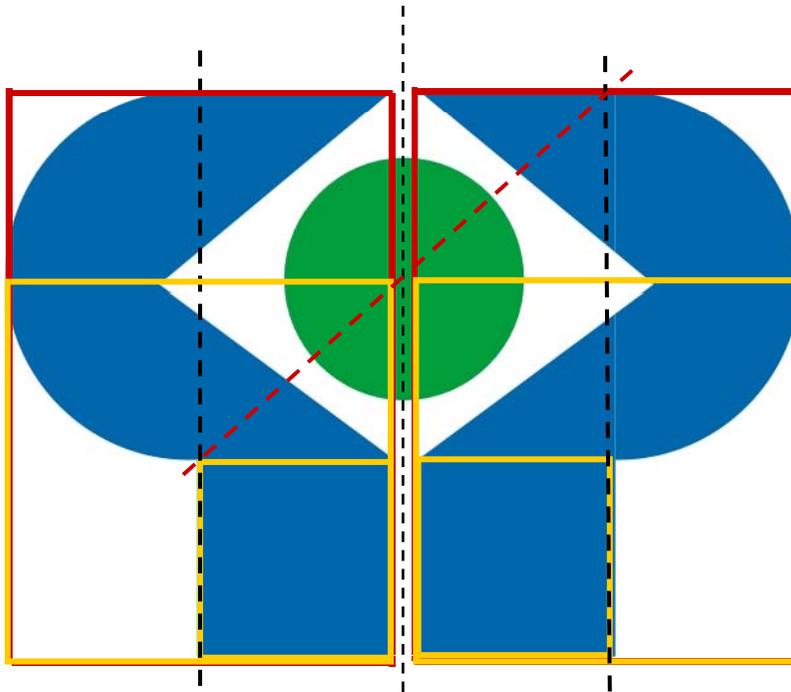
**HEMORIO**  
Instituto Estadual de Hematologia



x  
x  
x **HEMORIO**  
x Instituto Estadual de Hematologia

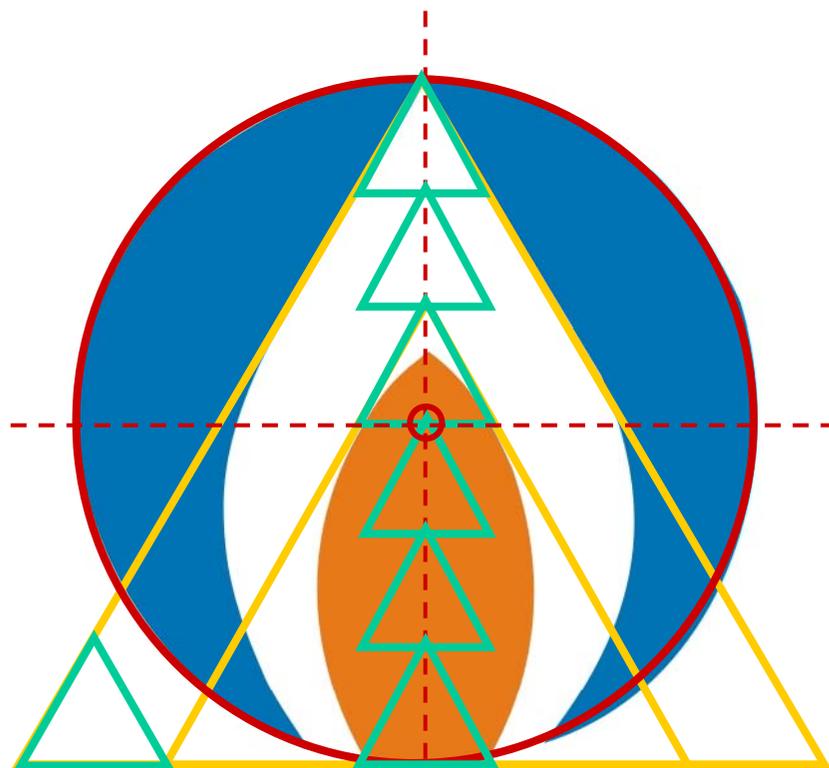
x  
x  
x **HEMORIO**  
x Instituto Estadual de Hematologia

*PORTOBRÁS* - Verschleisser/Visconti, 1980



**PORTOBRÁS**

*CEG Cia. Estadual de Gás - Verschleisser/Visconti, 1972*



**CEG**



