



Os mistérios do Número de ouro

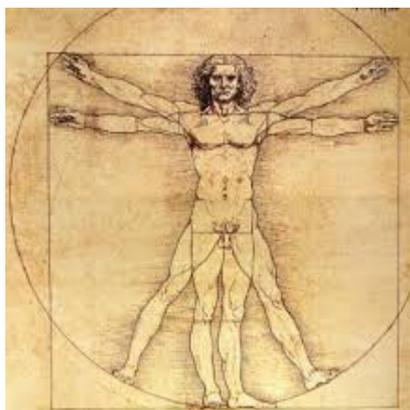
O número de ouro também chamado razão áurea ou segmento áureo ou proporção áurea, representa a proporção entre duas medidas considerada por muitos a "medida estética do belo".

Os gregos antigos a designavam como "divisão de um segmento em média e extrema razão" ou simplesmente "secção". No início do século XXI convencionou-se identificá-la pela letra grega Φ (Phi maiúsculo) (lê-se: Fi), em homenagem ao arquiteto e escultor Phídias, responsável pelo templo grego Parthenon. Φ é o número irracional 1,61803... obtido matematicamente através de sequências contínuas infinitas, deduções algébricas ou geométricas.

Beleza é a percepção individual de características que são agradáveis aos sentidos. Alguns aspectos referentes a essas características são universais, enquanto outros são restritos a culturas, sociedades ou períodos de tempos específicos. Apesar de variação significativa, existe alto grau de concordância entre as culturas do que é considerado belo: perfeição de formas e proporções harmônicas.

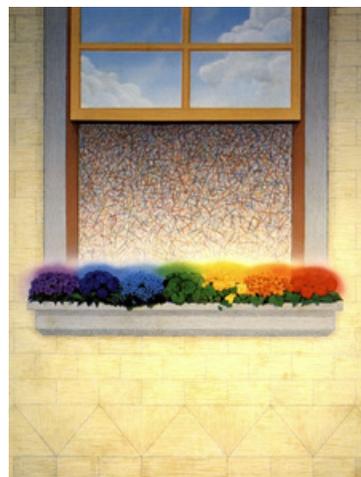
Luca Pacioli (1514-1517) frade franciscano e matemático em seu livro **De Divina Proportione** (1509), ilustrado por Leonardo Da Vinci, justifica o nome que deu à obra, e conseqüentemente à proporção afirmando que a razão áurea é uma manifestação de Deus. Ele foi um dos primeiros a buscar proporções e comparações com o corpo humano. Sua visão mística contribuiu para criação de uma "Geometria Sagrada", o que interessava aos artistas renascentistas de sua época.

Influenciado pelo trabalho de Pacioli, Leonardo Da Vinci acreditava que a perfeita harmonia do corpo é dada pela divina proporção e ilustrou isso no seu desenho "Homem Vitruviano".



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Homem_vitruviano

Vários artistas usam a razão áurea em suas obras, entre eles o artista brasileiro Antonio Peticov.



Fonte: <https://www.peticov.com.br/>

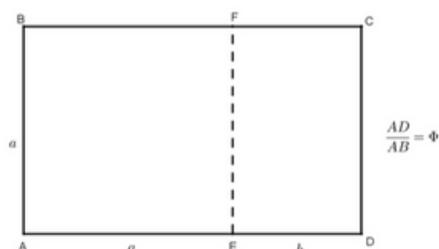
Retângulo áureo

Na proporção divina dizemos que um ponto C de um segmento AB divide esse segmento em média e extrema razão, se $CB/AC = AC/AB$ (razão entre a menor parte e a maior fosse igual à razão entre a maior parte e o segmento total). C é o ponto áureo interno do segmento AB. O segmento maior, $AC = a$, é o segmento áureo de AB.

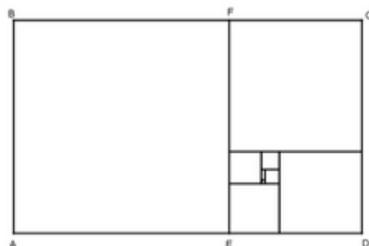


$$AB/AC = AC/CB = 1,6180339887\dots$$

Chama-se retângulo áureo a qualquer retângulo no qual as suas medidas estão na razão áurea.



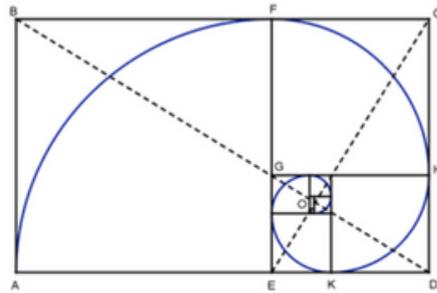
Observe que retângulo CDEF é semelhante ao retângulo original e, logo, é um retângulo áureo. De modo análogo obtemos um retângulo áureo interno ao retângulo CDEF. Deste modo, podemos construir uma sequência de retângulos áureos:



Muitos estudiosos afirmaram que o retângulo áureo é o retângulo mais esteticamente harmônico. Tendo exercido, ao longo de séculos, muita influência na pintura e na arquitetura, atualmente, o mesmo é muito utilizado, também, no formato de capas de livros e cadernos, cartões de crédito, cartas de baralho, carteira de identidade, janelas, etc.

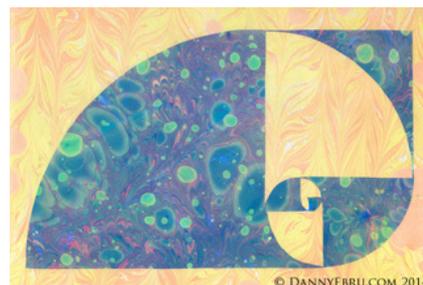
Espiral áurea

A partir da sequência infinita de retângulos áureos, podemos desenhar a **espiral áurea** traçando o quarto de circunferência de cada um dos quadrados:



A espiral áurea tem a propriedade interessante de não alterar seu formato à medida que seu tamanho aumenta, propriedade conhecida por autossimilaridade. Esta propriedade é consequência dos retângulos que servem de base para a construção da espiral serem retângulos áureos.

Muitos artistas usam a espiral áurea em suas obras, entre eles Peticov, Miguel Velez, Danny Ebru...



Sequência de Fibonacci

O matemático italiano Leonardo Pisano (ou Leonardo de Pisa) (1170-1250) nasceu em Pisa na Itália. Adquiriu o conhecimento matemático viajando pelo Mediterrâneo e, quando regressou a sua terra natal, utilizou os conhecimentos adquiridos em suas viagens para escrever trabalhos, dentre os quais se destacam três grandes obras: Liber Abbaci (1202), Pratica Geometra e (1220) e Liber Quadratorum (1225).

Dentre os problemas contidos no Liber Abbaci, destaca-se o conhecido problema dos coelhos, que se refere ao número de casais em uma população de coelhos após doze meses, considerando-se que:

- a) no primeiro mês tem-se apenas um casal;
- b) casais reproduzem-se somente após o segundo mês de vida;
- c) não há problemas genéticos no cruzamento consanguíneo;
- d) todos os meses, cada casal fértil dá à luz um novo casal;
- e) os coelhos nunca morrem.

O problema é o seguinte: Quantos pares de coelhos podem ser gerados de um par de coelhos em um ano?

Ao fixar como mês um o início do processo, tem-se, no início do primeiro mês, um único casal jovem. Já no segundo mês, esse casal será adulto.

Considerando-se que um par adulto produz um novo par a cada mês, no início do terceiro mês existirão dois pares de coelhos, sendo um par adulto e outro recém-nascido.

No início do quarto mês o par adulto produzirá mais um par, enquanto que o outro par completará um mês de vida e ainda não estará apto a reproduzir. Assim, existirão três pares de coelhos, sendo um par adulto, um par com um mês de idade e mais um par recém-nascido.

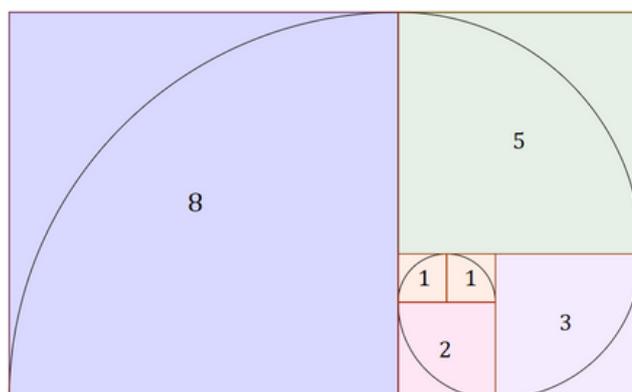
Seguindo-se o mesmo raciocínio para os outros meses, obtém-se a famosa **Sequência de Fibonacci**, cujos primeiros termos são:

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

Observe que os números da sequência de Fibonacci obedecem a seguinte relação de recorrência:

$$f_n = f_{n-1} + f_{n-2}, \text{ com } n > 2 \text{ e } f_1 = f_2 = 1.$$

Os Números de Fibonacci apresentam propriedades aritméticas notáveis que são, até hoje, objeto de investigação. Existe até uma revista intitulada *The Fibonacci Quarterly*, fundada em 1963, dedicada à pesquisa em torno desses números. É impressionante o fato de que esses números aparecem na geometria, na Teoria dos Números, na genética, assim como surgem, inesperadamente, em fenômenos aparentemente desconexos, tais como, na distribuição das sementes dentro de um girassol, na árvore genealógica de um zangão e na relação com o número de ouro. De fato, existe uma relação entre espiral de ouro a sequência de Fibonacci, pois se considerarmos o menor quadrado da construção da sequência de retângulos áureos com lado medindo uma unidade de comprimento, os demais quadrados, de dentro para fora, terão comprimentos 1, 2, 3, 5 e, assim por diante, no qual formam a referida sequência.

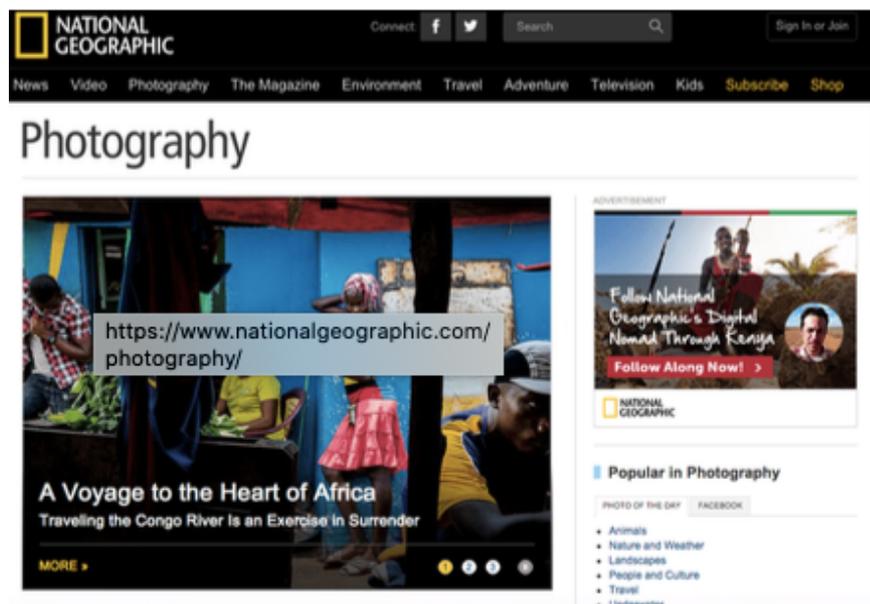


Aplicação no design

A Proporção Áurea pode ser usada em vários elementos de composição de um design, incluindo layout, espaçamento, conteúdo, imagens e formas.

Layout: defina suas dimensões através da Proporção Áurea

Considere a Proporção Áurea como um guia útil para determinar as dimensões do seu layout. Uma maneira bastante simples de aplicar a Proporção Áurea é definindo suas dimensões em 1:1.618. Por exemplo, pegue um típico layout de 960 pixels de largura e divida por 1.618. Isso vai resultar em 594, que vai ser a altura do seu layout. Agora, divida esse layout em duas colunas usando a Proporção Áurea e pronto! Trabalhando dentro dessas duas formas, seu layout vai ficar mais harmonioso.



O site da National Geographic certamente adotou esse layout para manter o site claro, legível e bem organizado. Ele proporciona aos leitores um sentido natural de ordem, equilíbrio e hierarquia.

Aplicação no design

Espaçamento: configure usando o diagrama da Proporção Áurea

Espaçamento é um elemento importante de qualquer design, seja para criar espaço negativo ou positivo; e geralmente pode fazer a diferença no resultado final do projeto.

Utilize o diagrama da Proporção Áurea e deixe os quadrados guiarem onde você deve colocar cada elemento. Isso vai assegurar o cálculo correto de seu espaçamento e de suas proporções, deixando a intuição de lado - já que qualquer pequena alteração feita com o intuito de obter a Proporção Áurea pode fazer uma grande diferença.

E se você estiver lidando com diversos elementos, pode usar vários diagramas da Proporção Áurea para manter as proporções em todo o design.

O estúdio de design Moodley criou uma identidade visual para o festival de artes cênicas Bregenz Festspiele, incluindo logotipo, cartaz e campanhas de outdoor. O cartaz mostra colagens fotográficas e ilustrativas, bem como um logotipo contorcido e bastante espaço em branco. A Proporção Áurea é usada para determinar o tamanho e o lugar de cada elemento, assegurando a boa proporcionalidade do cartaz.



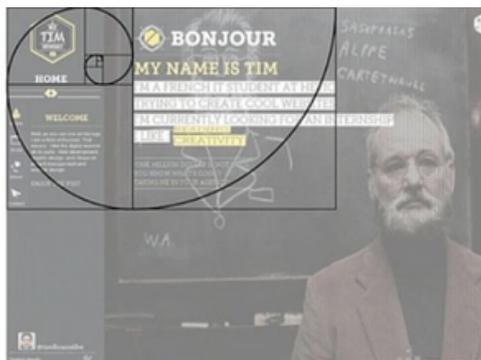
Aplicação no design

Conteúdo: organização de conteúdo

A Proporção Áurea pode ser usada como um guia para determinar o local onde o conteúdo deve ser inserido. Nosso olhar é, naturalmente, direcionado para o centro da espiral, onde buscamos detalhes. Por isso, foque seu design no centro da espiral e insira áreas de interesse visual dentro dela.

No site do designer gráfico Tim Roussilhe - criado por ele - parece denso em conteúdo, mas é muito bem organizado com base na Proporção Áurea e na Espiral Áurea, esta última localizada no texto do canto superior esquerdo do site.

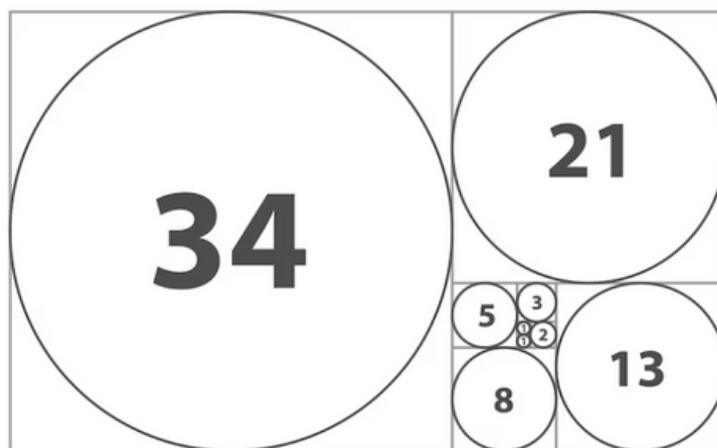
Seus olhos começam a percorrer o site a partir do centro, com "Bonjour My Name Is Tim", passam pela descrição, pelos botões do menu principal, chegam ao logotipo, no canto superior esquerdo e, finalmente, repousam no espaço negativo - depois de absorver todos os detalhes necessários.



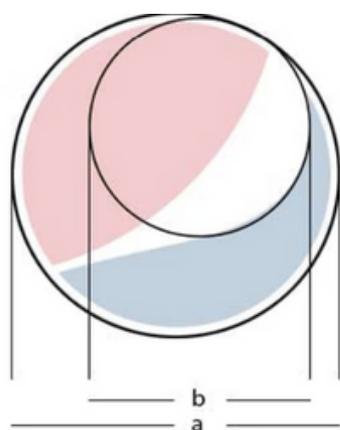
Aplicação no design

Formas: Círculos Áureos

Assim como a Proporção Áurea pode ser usada para criar quadrados e retângulos que se harmonizam proporcionalmente, o mesmo também pode ser aplicado aos círculos. Um círculo perfeito em cada quadrado do diagrama vai seguir a proporção 1:1.618 em relação ao círculo do quadrado adjacente. O uso dos Círculos Áureos cria não apenas harmonia e proporção, como também consistência na forma como um todo.



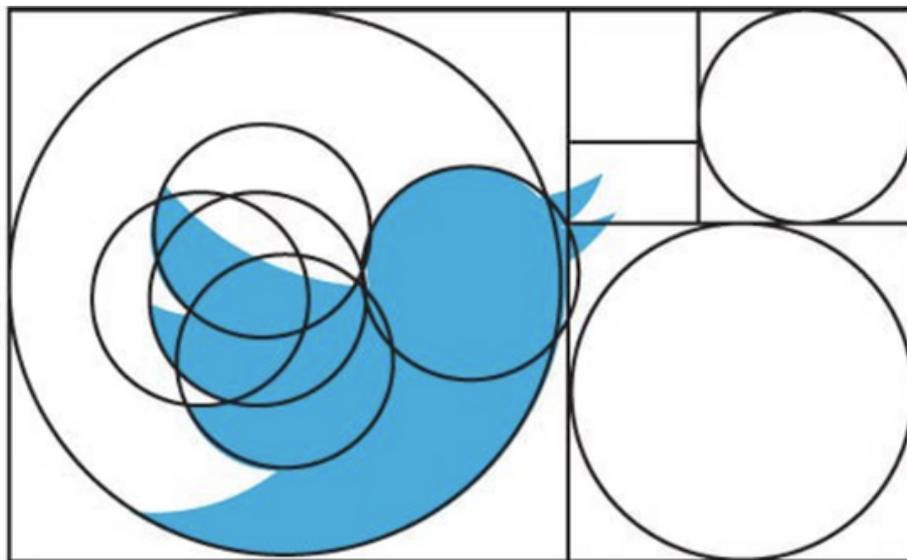
O logotipo da Pepsi é baseado em dois círculos que se cruzam seguindo a Proporção Áurea. Embora o círculo menor não seja muito evidente, ele forma a base da parte branca que fica no centro do logotipo.



Aplicação no design

O logotipo do Twitter usa geometria e é baseado nos círculos perfeitos.

Há uma pequena falta de precisão quando alinhamos o logotipo com a Proporção Áurea; contudo, no geral, o logotipo do Twitter aparentemente usa os Círculos Áureos para equilibrar, ordenar e harmonizar.



Referências

[1] Oliveira, F. e Caldas, M. **Sequência de Fibonacci**. TCC. UNICAMP, 2013. Disponível em https://www.ime.unicamp.br/~ftorres/ENSINO/MONOGRAFIAS/F_MI_FM_2013.pdf. Acesso em 25/1/2020.

[2] Prado, J. Investigação biométrica em imagens digitais para detecção de faces humanas através da proporção divina. Tese de Mestrado, USP- São Carlos, 2004. Disponível em <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18133/tde-28042006-140518/pt-br.php>. Acesso em 20/1/2020.

[3] Vídeo "Arte e Matemática: número de ouro". Disponível em https://www.youtube.com/watch?v=LOCU_n5MFDg. Acesso 30/2/2020.

[4] Vídeo "Sequência de Fibonacci e o número de ouro". Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=QaWepnGWRs8>. Acesso em 30/1/2020.

[5] Vídeo "Número de ouro na natureza". Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=DWt42a8iuLM>. Acesso em 30/2/2020.

[6] O que é proporção áurea? O que você precisa saber e como usar. Disponível em https://www.canva.com/pt_br/aprenda/o-que-e-proporcao-aurea/. Acesso em 14/2/2023.