

A beleza da matemática



Étienne Ghys
CNRS ÉNS Lyon

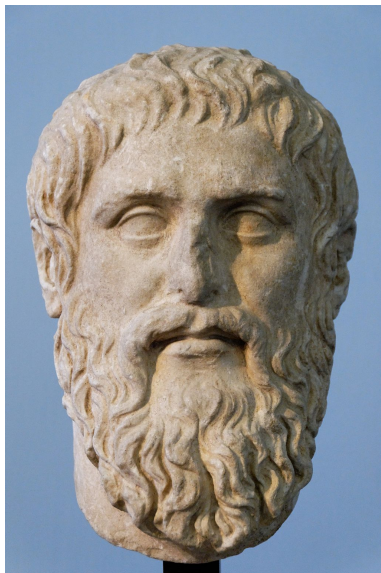
Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, Maio 2015



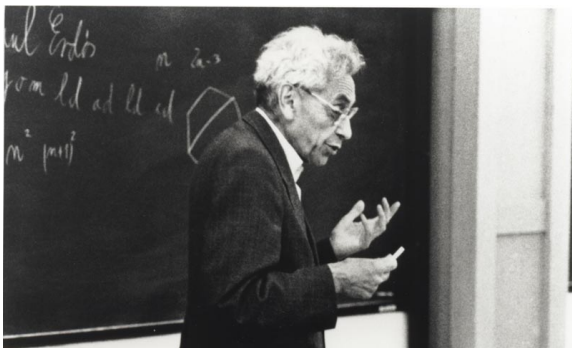
Jean-Pierre Serre, Les déchiffreurs, IHES



Fontaine (Duchamp 1917)

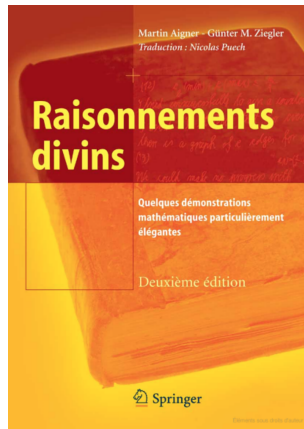
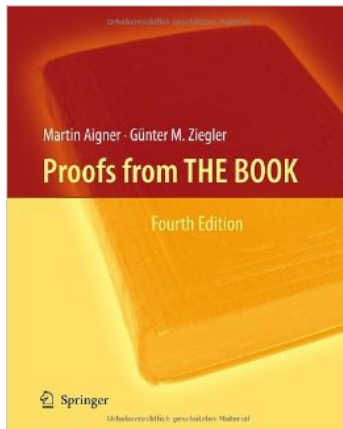


Platão, 428-348 a.C.



« Why are numbers beautiful ? It's like asking why is Beethoven's Ninth Symphony beautiful. If you don't see why, someone can't tell you. I know numbers are beautiful. If they aren't beautiful, nothing is. »

Paul Erdős (1913-1996)



O conjunto formado pelos números primos é infinito

Começa com um conjunto finito de números primos, por exemplo

$$P = \{5, 13, 31\}$$

$$5 \times 13 \times 31 = 2015$$

$$N = 5 \times 13 \times 31 + 1 = 2016$$

O resto da divisão de 2016 por 5 é 1.

O resto da divisão de 2016 por 13 é 1.

O resto da divisão de 2016 por 31 é 1.

Portanto, qualquer divisor primo de N é um número primo que não pertence a P .

O conjunto dos números primos é infinito.

O conjunto formado pelos números primos é infinito

Começa com um conjunto finito de números primos, por exemplo
 $P = \{5, 13, 31\}$

$$5 \times 13 \times 31 = 2015$$

$$N = 5 \times 13 \times 31 + 1 = 2016$$

O resto da divisão de 2016 por 5 é 1.

O resto da divisão de 2016 por 13 é 1.

O resto da divisão de 2016 por 31 é 1.

Portanto, qualquer divisor primo de N é um número primo que não pertence a P .

O conjunto dos números primos é infinito.

O conjunto formado pelos números primos é infinito

Começa com um conjunto finito de números primos, por exemplo
 $P = \{5, 13, 31\}$

$$5 \times 13 \times 31 = 2015$$

$$N = 5 \times 13 \times 31 + 1 = 2016$$

O resto da divisão de 2016 por 5 é 1.

O resto da divisão de 2016 por 13 é 1.

O resto da divisão de 2016 por 31 é 1.

Portanto, qualquer divisor primo de N é um número primo que não pertence a P .

O conjunto dos números primos é infinito.

O conjunto formado pelos números primos é infinito

Começa com um conjunto finito de números primos, por exemplo

$$P = \{5, 13, 31\}$$

$$5 \times 13 \times 31 = 2015$$

$$N = 5 \times 13 \times 31 + 1 = 2016$$

O resto da divisão de 2016 por 5 é 1.

O resto da divisão de 2016 por 13 é 1.

O resto da divisão de 2016 por 31 é 1.

Portanto, qualquer divisor primo de N é um número primo que não pertence a P .

O conjunto dos números primos é infinito.

O conjunto formado pelos números primos é infinito

Começa com um conjunto finito de números primos, por exemplo

$$P = \{5, 13, 31\}$$

$$5 \times 13 \times 31 = 2015$$

$$N = 5 \times 13 \times 31 + 1 = 2016$$

O resto da divisão de 2016 por 5 é 1.

O resto da divisão de 2016 por 13 é 1.

O resto da divisão de 2016 por 31 é 1.

Portanto, qualquer divisor primo de N é um número primo que não pertence a P .

O conjunto dos números primos é infinito.

O conjunto formado pelos números primos é infinito

Começa com um conjunto finito de números primos, por exemplo

$$P = \{5, 13, 31\}$$

$$5 \times 13 \times 31 = 2015$$

$$N = 5 \times 13 \times 31 + 1 = 2016$$

O resto da divisão de 2016 por 5 é 1.

O resto da divisão de 2016 por 13 é 1.

O resto da divisão de 2016 por 31 é 1.

Portanto, qualquer divisor primo de N é um número primo que não pertence a P .

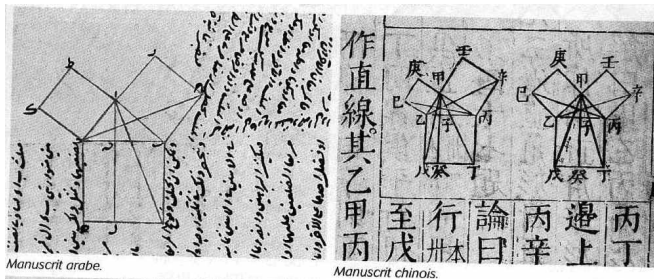
O conjunto dos números primos é infinito.



Der Wanderer über dem Nebelmeer, Caspar David Friedrich (1818)



Kurt Gödel, 1906-1978



« Qualquer ser inteligente, disse o matemático, deve entender o significado científico daquela figura. Os selenitas, se existirem, irão responder por uma figura semelhante, e uma vez a comunicação estabelecida, será fácil criar um alfabeto que permitira conversar com os habitantes da Lua. »

Jules Verne (de la Terre à la Lune)

CLÁSSICOS
GREGOS
E LATINOS



PLATÃO

HÍPIAS
MAIOR



edições 70



« Mathematics, rightly viewed, possesses not only truth, but supreme beauty — a beauty cold and austere, like that of sculpture, without appeal to any part of our weaker nature, without the gorgeous trappings of painting or music. »

Bertrand Russell (1872-1970)



The experience of mathematical beauty and its neural correlates

Semir Zeki^{1*}, John Paul Romaya¹, Dionigi M. T. Benincasa² and Michael F. Atiyah³

¹ Wellcome Laboratory of Neurobiology, University College London, London, UK

² Department of Physics, Imperial College London, London, UK

³ School of Mathematics, University of Edinburgh, Edinburgh, UK

Edited by:

Josef Parvizi, Stanford University,
USA

Reviewed by:

Miriam Rosenberg-Lee, Stanford
University, USA

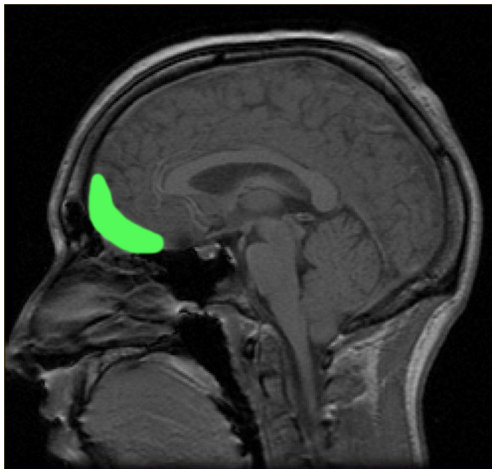
Marie Arsalidou, The Hospital for
Sick Children, Canada

***Correspondence:**

Semir Zeki, Wellcome Department
of Neurobiology, University College
London, Gower Street, London,
WC1E 6BT, UK
e-mail: s.zeki@ucl.ac.uk

Many have written of the experience of mathematical beauty as being comparable to that derived from the greatest art. This makes it interesting to learn whether the experience of beauty derived from such a highly intellectual and abstract source as mathematics correlates with activity in the same part of the emotional brain as that derived from more sensory, perceptually based, sources. To determine this, we used functional magnetic resonance imaging (fMRI) to image the activity in the brains of 15 mathematicians when they viewed mathematical formulae which they had individually rated as beautiful, indifferent or ugly. Results showed that the experience of mathematical beauty correlates parametrically with activity in the same part of the emotional brain, namely field A1 of the medial orbito-frontal cortex (mOFC), as the experience of beauty derived from other sources.

Keywords: mathematics, neuroesthetics, fMRI, beauty, mofc



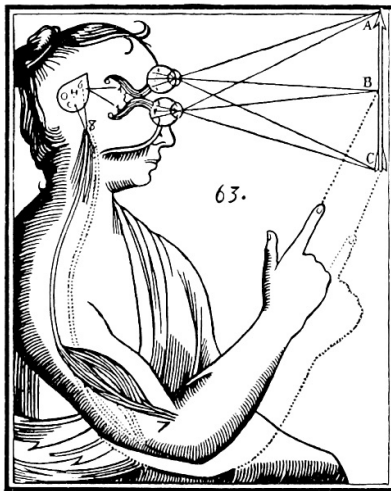
A1 Campo medial do córtex orbito frontal.

Fórmula de Euler

$$e^{i\pi} + 1 = 0$$

Fórmula de Ramanujan

$$\frac{1}{\pi} = \frac{2\sqrt{2}}{9801} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(4k)!(1103 + 26390k)}{(k!)^4 396^{4k}}$$



A glândula pineal segundo Descartes



« É pela lógica que provamos e pela intuição que descobrimos. »

Henri Poincaré (1854-1912)

« Na verdade, o que é a invenção matemática ? Não consiste em fazer novas combinações com peças matemáticas já conhecidas. Este, qualquer um poderia fazê-lo ; mas as combinações que poderíamos fazer seriam ilimitadas em número, e a maioria são absolutamente sem interesse. A invenção é precisamente de não construir combinações inúteis e construir somente aquelas que são úteis e que são apenas uma pequena minoria. Inventar é escolher. »

« [O matemático] é como um comprador em frente a um grande número de amostras, que examina uma após a outra para fazer uma escolha. Aqui, as amostras seriam tão numerosos que a vida não seria suficiente para considerá-las. Não é assim que o matemático funciona. As combinações inúteis nem vão aparecer na mente do inventor. Na consciência dele, somente aparecerão combinações realmente úteis, e algumas outras que vão ser rejeitadas. »

Henri Poincaré (1854-1912)

« “O cientista não estuda a natureza porque é útil. Ele estuda, porque ele gosta do que faz, e ele gosta do que faz, porque é bonito. [...] Eu não estou falando, é claro, da beleza que impressiona os sentidos [...] Quero falar de uma beleza mais íntima que vem da ordem harmoniosa das partes que uma inteligência pura pode agarrar. »

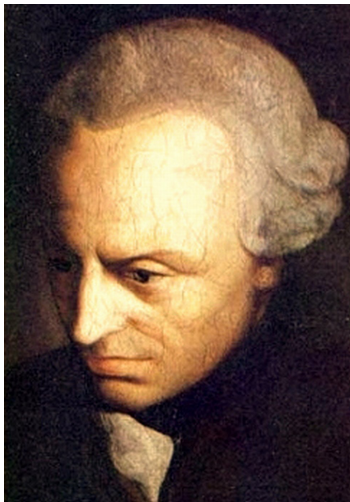
« E vemos que o desejo de beleza nos leva as mesmas escolhas que a utilidade. »

Henri Poincaré (1854-1912)

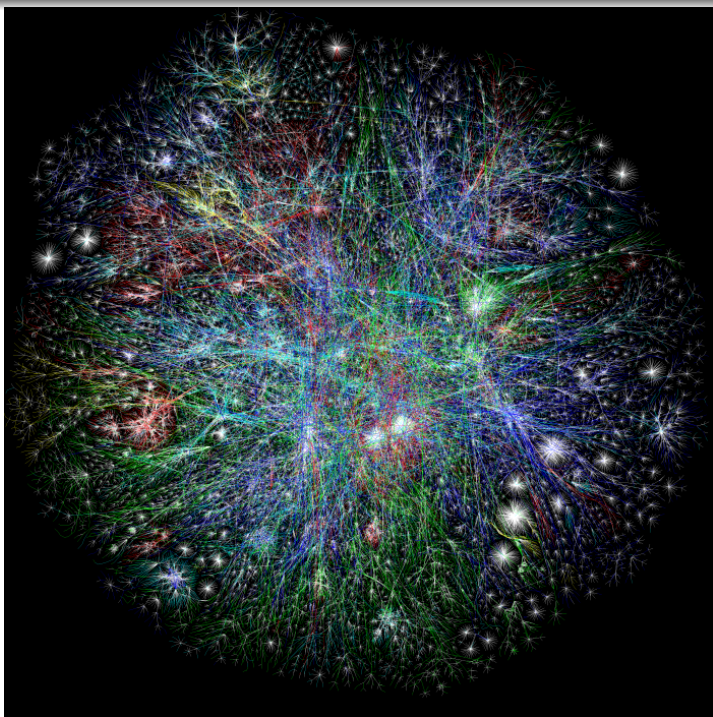
« “O cientista não estuda a natureza porque é útil. Ele estuda, porque ele gosta do que faz, e ele gosta do que faz, porque é bonito. [...] Eu não estou falando, é claro, da beleza que impressiona os sentidos [...] Quero falar de uma beleza mais íntima que vem da ordem harmoniosa das partes que uma inteligência pura pode agarrar. »

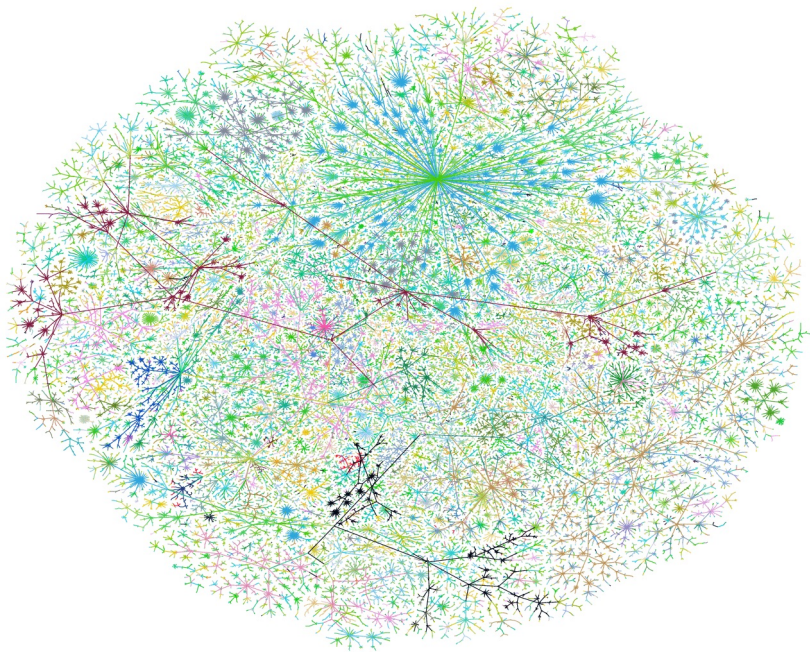
« E vemos que o desejo de beleza nos leva as mesmas escolhas que a utilidade. »

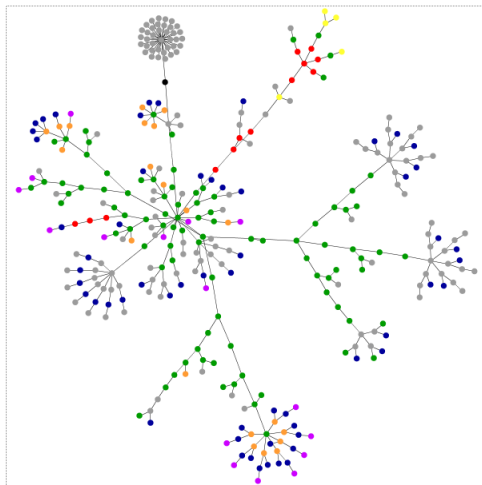
Henri Poincaré (1854-1912)

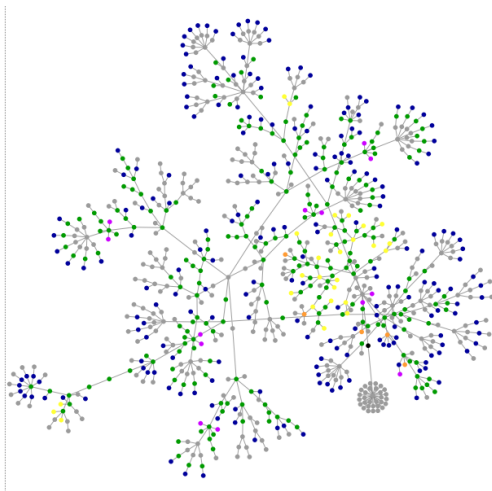


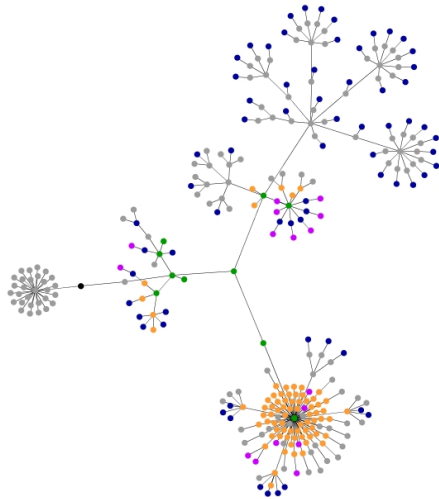
Immanuel Kant (1724-1804)

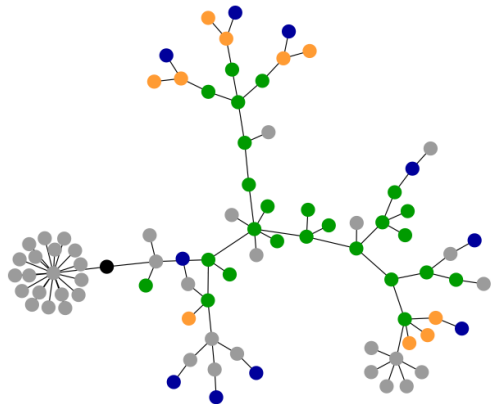


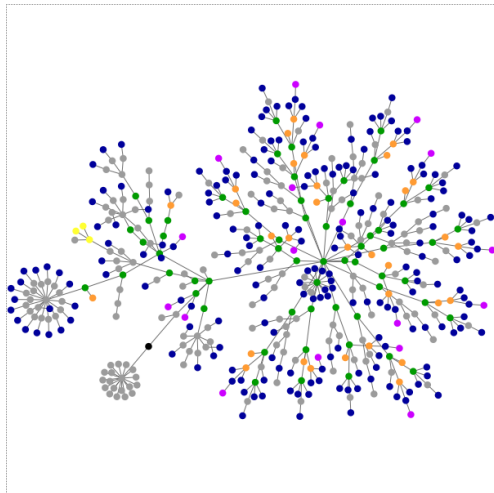












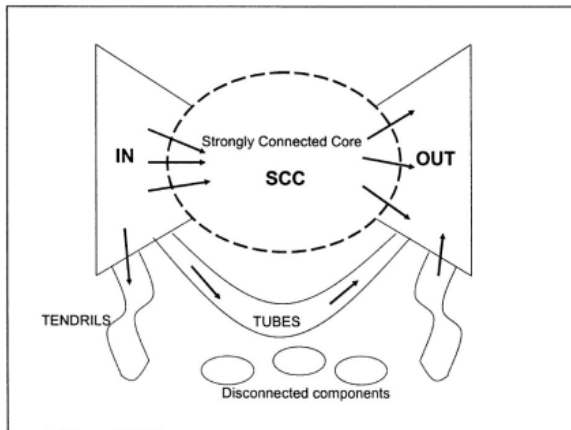


Figure 7.5: Bow Tie Structure of the Web





« O pensamento é apenas um flash no meio de uma noite longa, mas este flash é tudo ».

Henri Poincaré (1854-1912)

« Demandez à un crapaud ce que c'est que la Beauté, le grand beau ! Il vous répondra que c'est sa femelle avec deux gros yeux ronds sortant de sa petite tête, une gueule large et plate, un ventre jaune, un dos brun. »

Voltaire (dictionnaire philosophique).



O conjunto formado pelos números primos é infinito – bis

$$n = 2^x 3^y 5^z$$

$$2^x \leq n \implies x \leq \log(n) / \log(2)$$

$$3^y \leq n \implies y \leq \log(n) / \log(3)$$

$$5^z \leq n \implies z \leq \log(n) / \log(5)$$

$$n = 1, \dots, N$$

$$N \leq \log(N)^3 / (\log(2) \log(3) \log(5))$$

O conjunto formado pelos números primos é infinito – bis

$$n = 2^x 3^y 5^z$$

$$2^x \leq n \implies x \leq \log(n) / \log(2)$$

$$3^y \leq n \implies y \leq \log(n) / \log(3)$$

$$5^z \leq n \implies z \leq \log(n) / \log(5)$$

$$n = 1, \dots, N$$

$$N \leq \log(N)^3 / (\log(2) \log(3) \log(5))$$

O conjunto formado pelos números primos é infinito – bis

$$n = 2^x 3^y 5^z$$

$$2^x \leq n \implies x \leq \log(n) / \log(2)$$

$$3^y \leq n \implies y \leq \log(n) / \log(3)$$

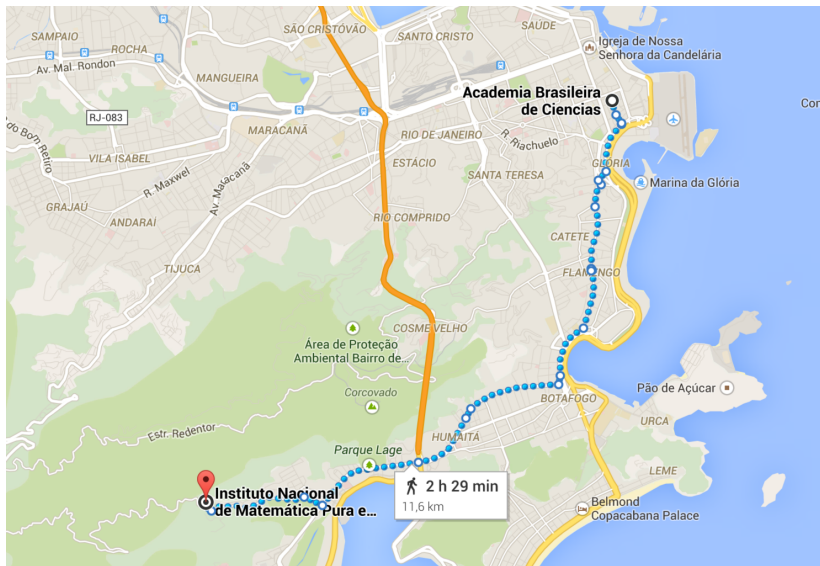
$$5^z \leq n \implies z \leq \log(n) / \log(5)$$

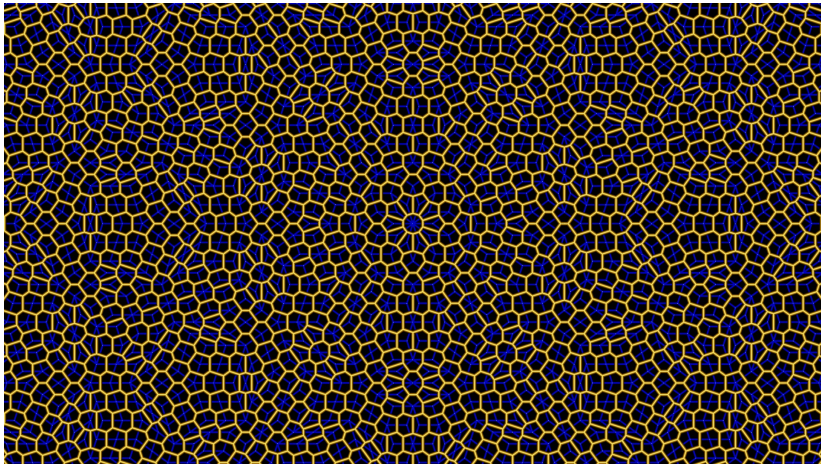
$$n = 1, \dots, N$$

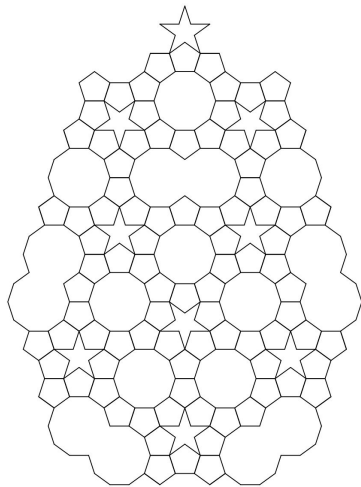
$$N \leq \log(N)^3 / (\log(2) \log(3) \log(5))$$











Obrigado ;-)