

**Figura 1** Imagem gerada no computador pelo sistema de inteligência artificial DALL\*E 2, da OpenAI, com o comando: “3D render large and connected stem cells in Digital Art, high resolution”.

### *Caro leitor,*

A newsletter “Ciência em Panorama” tem periodicidade (quase) mensal. Para você receber as próximas edições, se inscreva **mandando** um e-mail para

*onody@ifsc.usp.br*

*colocando o seu nome e o seu e-mail.*

*Comentários, críticas e sugestões serão sempre bem-vindos e podem ser enviados ao meu e-mail.*

*As referências estão no hipertexto (cor verde). Para abri-las, basta clicar sobre elas.*

**Prof. R. N. Onody, março 2023**

**Boa Leitura!**

### **Nesta Edição**

#### • **Tecnologia**

1. [ChatGPT – a Inteligência Artificial para o bem e para o mal](#)
2. [Drones Anfíbios](#)
3. [Tela de Vidro Háptica](#)

#### • **Saúde**

1. [Atrofia Muscular Espinhal \(AME\) tipo1](#)
2. [Hemofilia B](#)

#### • **Física**

1. [Para-raios a laser?](#)
2. [Fibra ótica no ar](#)

#### • **Para Relaxar**

1. [O lápis mais velho do mundo](#)
2. [A magia do cubo mágico](#)

#### • **Astronomia**

1. [Adeus, cometa verde!](#)

# 1. Tecnologia

## 1. ChatGPT – a Inteligência Artificial para o bem e para o mal

Todos nós *temos acesso* (Ok, nem tanto, muitas vezes o site está fora do ar, sobrecarregado) ao programa de Inteligência Artificial [ChatGPT](#) (abreviação para Chat Generative Pre-trained Transformer). Criado pela empresa OpenAI (com sede em São Francisco, Califórnia) em novembro de 2022, recebeu bilhões de dólares em investimentos da Microsoft.

É a *grande sensação tecnológica do momento* com centenas de milhões de usuários no mundo todo. Trata-se de um modelo de linguagem ajustado através de *técnicas de aprendizado supervisionado e por reforço*. Como uma lâmpada mágica de Aladim que em vez de atender desejos, responde a perguntas e realiza tarefas. O ChatGPT Plus é a sua forma monetizada, com acesso prioritário e novos recursos. Lançado em 1 de fevereiro de 2023 nos EUA (10 de fevereiro no Brasil), custa US\$ 20 ao mês.



**Figura 2** ChatGPT - Uma ameaça ao sistema de busca Google?  
Fonte: Universo Visual

Suas informações estão atualizadas até 2021. É bastante articulado e convincente. Ele não tem permissão para expressar opiniões políticas ou se envolver ativamente em política, tem orientação pró-ambientalista e solicitações sexistas ou racistas são (ou deveriam ser) descartadas. Aspectos positivos

incluem resumo do conteúdo de livros, programação com codificação em linguagem Python, escrever poesias e letras musicais. Seus prompts são memorizados permitindo que você aprofunde uma pesquisa ou que eles sejam usados como um terapeuta personalizado.

Mas, cuidado, o ChatGPT comete erros graves. Lendo a [reportagem](#) do jornalista Leonardo M. Júnior, fui informado de que é possível *conduzir* o ChatGPT a erros (erro batizado de *DJs de prompt*). De fato, no dia 26 de fevereiro fiz a seguinte indagação ao ChatGPT: “Escreva alguns parágrafos sobre o título mundial do Palmeiras”. E a resposta que recebi foi: “*A Copa do Mundo de Clubes da FIFA de 2020 foi realizado no Catar, com o Palmeiras representando a América do Sul como os atuais campeões da Copa Libertadores. A equipe acabou ganhando o torneio após uma vitória por 1 a 0 na final, graças a um gol marcado por Breno Lopes no 99º minuto do jogo*”. Esses erros factuais são chamados de *alucinações*. No dia 12 de março, no programa [Fantástico](#), o Prof. Fernando Osório do ICMC-USP perguntou ao ChatGPT quais brasileiros haviam recebido o prêmio Nobel. A resposta correta – nenhum, foi substituída por uma lista de 9 nomes!

Há *outros aspectos negativos* também. De imediato, surgem problemas de autoria, plágio e ‘cola’ escolar. Num mundo onde os jovens preferem ver a ler, nada mais imediatista do que lançar mão do ChatGPT para trabalhos escolares. Esse perigo se estende também para artigos acadêmicos (ou não) e provas de ingresso em carreiras.

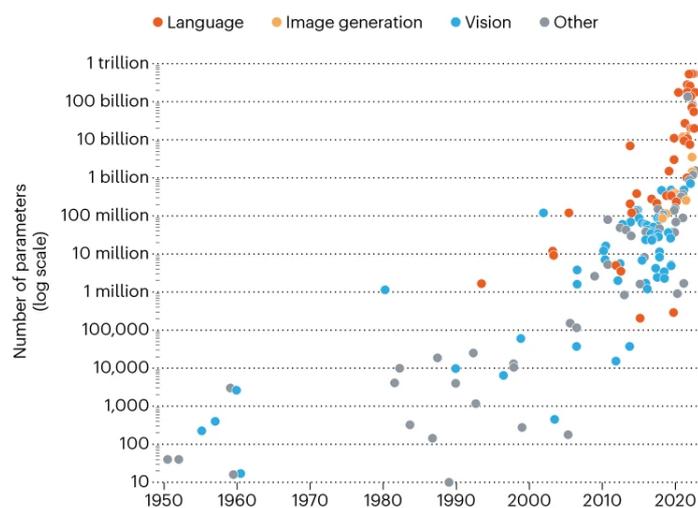
Acredito que a maioria das pessoas concorde que, *nesses casos*, o uso do ChatGPT deve *simplesmente ser proibido*. A [USP](#) (e outras universidades) já estão se preparando para equacionar e eliminar os efeitos deletérios que o ChatGPT pode trazer para a educação. Programas que possam detectar e distinguir a origem computacional de uma matéria, já estão em andamento ([Turnitin](#), [GPTZero](#) etc. ). Busca-se também, adicionar marcas d’água seguras e irremovíveis.

Esse é, de fato, um problema grave e urgente já que no dia 06 de fevereiro de 2023, a Google lançou o [Bard](#) , um programa similar e rival do ChatGPT.

Finalmente, quero lembrar que em 15 de novembro de 2022, a Meta (Facebook) lançou o demo do programa de inteligência artificial *Galactica*. Voltado especificamente para a literatura acadêmica, ele foi treinado com 48 milhões de artigos científicos. Poderia até ser útil, já que acompanhar a literatura

sobre um determinado assunto se torna cada vez mais difícil (em um ano de pandemia, foram publicados mais de *cem mil artigos* sobre a COVID-19). Mas, foi um fiasco. Depois de produzir papers falsos (atribuindo-os a autores reais) e de dar respostas absurdas (por exemplo, afirmando que vacinas causavam autismo), o programa foi rapidamente retirado do ar... viveu apenas 3 dias!

Os modelos de inteligência artificial utilizam um grande número de parâmetros cujos valores vão sendo ajustados ao longo do seu treinamento, do aprendizado de máquina. Na revista [Nature](#) de 14 de março, saiu um infográfico da evolução temporal do número de parâmetros utilizados. Estamos ultrapassando a incrível marca de um trilhão de parâmetros!



**Figura 3** Evolução temporal do número de parâmetros (em escala logarítmica) dos programas de inteligência artificial. Programas de linguagem (vermelho), geração de imagem (laranja), visão computacional (azul) e outros (cinza).  
Fonte: Nature

## 2. Drones Anfíbios

[Pesquisadores da Universidade de Pequim](#) desenvolveram um drone anfíbio que se movimenta no ar, na água e conta com uma ventosa de forte sucção que permite que ele grude em objetos parados ou em movimento ([veja vídeo](#)).

Essa ventosa foi feita em impressora 3D com material parecido com a borracha e se inspirou nas conhecidas rêmoras, pequenos peixes que vivem simbioticamente com animais maiores (tubarões, por exemplo). Eles grudam nesses animais e o higienizam comendo os parasitas.



**Figura 4** As hélices do drone são articuladas permitindo que ele aumente as rotações para voar no ar ou diminua, para navegar na água. Tem 40 cm de diâmetro e esse protótipo pode mergulhar até 2,2 metros. Fonte: Lei Li, Yiyuan Zhang e Nianru Mo

### 3. Tela de Vidro Háptica

Quando os nossos dedos tocam um objeto nossa pele se deforma, estimulando receptores mecânicos presentes nos tecidos que, por sua vez, sinalizam ao cérebro as características e propriedades do material como deformação e textura. Nossa sensibilidade é grande o suficiente para distinguir com facilidade uma superfície lisa de outra rugosa.

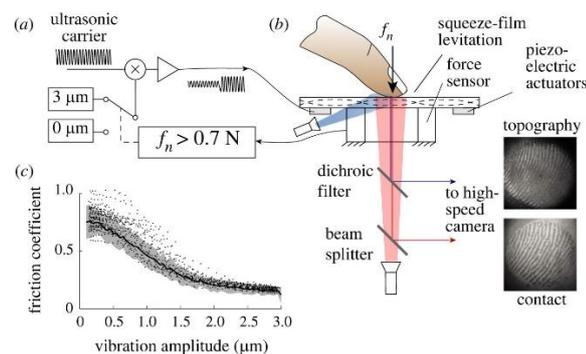


**Figura 5** Superfícies hápticas criam a ilusão de estar apertando um botão mecânico de verdade. Poderão vir a ser aplicadas em novos tipos de tela e em realidade virtual.

Quando apertamos um botão aumentamos a área de contacto do nosso dedo com a superfície, o que aumenta a fricção. Ao soltarmos o botão, a fricção diminui. Por outro lado, vidros vibrando em frequências de ultrassom mudam o seu coeficiente de fricção. Se, ao comprimirmos um vidro, nós diminuirmos rapidamente o seu coeficiente de fricção teremos a ilusão de que soltamos o botão?

Com essas idéias na cabeça, [pesquisadores da Holanda](#) realizaram um experimento no qual a vibração de uma placa de vidro é modulada por um gerador de ultrassom, com amplitude variada e operando na frequência 28,85

kHz. A amplitude da vibração real da placa de vidro é medida por um sensor piezoelétrico. Um sistema óptico acoplado, captura a imagem da superfície do dedo ao pressionar a placa (Figura 8)



**Figura 6** Aparato experimental utilizado por [Wiertlewski et.al.](#) da Universidade de Tecnologia de Deft (Holanda).

Na Figura 8 (c) vemos que quando a amplitude de oscilação aumenta (até cerca de 3 milésimos de milímetro ou 3 μm) na placa, a fricção diminui. Nosso cérebro interpreta esse afastamento (pelo aumento da amplitude do ultrassom) como se estivéssemos soltando o objeto.

Ao comprimir um botão, a pele do nosso dedo se estica lateralmente, armazenando energia elástica. Ao soltarmos o botão, essa energia é usada para restaurar a pele. No experimento, essas situações correspondem a um contacto com alta fricção (ou baixa amplitude do ultrassom) e baixa fricção (ou alta amplitude do ultrassom), respectivamente.

Nos testes, participaram 12 pessoas sem prévia experiência com sistemas hápticos, sem problemas de pele ou déficit de percepção e sem conhecimento dos objetivos dos pesquisadores. Neste experimento de psicofísica, a chance de perceber ou sentir como se fora, de fato, um botão mecânico sendo pressionado e solto foi de 75%. As respostas mais robustas ocorreram quando a redução da fricção foi rápida e abrupta.

## 2. Saúde

### 1. Atrofia Muscular Espinhal (AME) tipo 1

A Atrofia Muscular Espinhal é uma doença muito rara, degenerativa e hereditária. Se caracteriza pela ausência de produção de uma proteína essencial

para os neurônios motores. Tipo 1 é a forma mais grave e se manifesta na criança já aos 6 meses de idade. A criança necessita de auxílio para respirar, não consegue sustentar o pescoço ou se sentar.

O medicamento utilizado no tratamento da doença, o Zolgensma, é [o mais caro do Brasil](#) e custa cerca de 6 milhões de reais. Agora em fevereiro de 2023, a Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS) aprovou que ele seja incorporado à *lista de cobertura obrigatória* das operadoras dos planos de saúde. Assim, a ANS acompanha o Ministério da Saúde que, em dezembro de 2022, incluiu o medicamento ao Sistema Único de Saúde (SUS).

## 2. [Hemofilia B](#)

A hemofilia é uma doença rara e recessiva que se caracteriza pela dificuldade de estancar sangramentos. O *cromossomo sexual X* provoca essa doença quando ele apresenta deficiência dos fatores de coagulação. Se o déficit for do fator VIII (oito) de coagulação, a hemofilia é dita do tipo A; se for do fator IX (nove), a hemofilia é classificada como do tipo B. A hemofilia do tipo A é quatro vezes mais comum do que a do tipo B.

Segundo a Organização Mundial de Saúde há um hemofílico para cada 10.000 pessoas. É sempre a mulher que transmite a doença. Ao contrário do que muitos pensam: uma *mulher pode nascer com hemofilia* se o pai for hemofílico e a mãe for portadora do gene recessivo; nem sempre a hemofilia é por transmissão hereditária pois, 30% dos casos ocorrem por uma mutação nova.

Em novembro de 2022, a Food and Drug Administration (A Anvisa dos EUA) aprovou o medicamento *Hemgenix* para tratamento de hemofilia B. A empresa norte americana CSL Behring produziu esse remédio utilizando terapia genética. Um vírus modificado adiciona às células receptoras do fígado o fator IX.

Os testes clínicos sugerem que uma única dose do medicamento pode salvar o paciente por cerca de 8 anos. O problema é o custo do medicamento – 3,5 milhões de dólares, o [remédio mais caro do mundo](#) !

---

## 3. Física

### 1. [Para-raios a laser?](#)

A natureza elétrica dos raios foi proposta por Benjamin Franklin por volta de

1750 e, dois anos depois, ele propôs o para-raios como uma forma de conduzir a descarga elétrica para o solo de maneira segura. Basicamente, um para-raios é composto por uma haste metálica colocada no topo de um edifício, ligada por cabos de baixa resistência elétrica a barras de aterramento no solo.

Tratados popularmente como se fossem sinônimos, o *raio* é a descarga elétrica entre a nuvem e o solo, o *relâmpago* é a luz emitida pelo raio (que viaja a cerca de 300.000 km/h) e o *trovão* é a onda sonora (que viaja a 340 m/s). Para estimar a distância (em metros) que você se encontra da queda de um raio, basta contar, em segundos, o tempo transcorrido entre o relâmpago e o trovão e multiplicar por 340.

No interior de uma nuvem (com temperatura entre -15°C e -25°C), o *ar quente* sobe verticalmente agitando e fazendo colidir pequenas *gotas d'água super-resfriadas* (isto é, que se condensam abaixo de 0°C) com pequenos cristais de gelo. Algumas dessas colisões resultam na formação do graupel (pelotas de gelo com diâmetro entre 2 e 5 mm, opacas e mais densas) que adquirem carga negativa e vão para baixo. Com isso, a parte de baixo e a de cima da nuvem adquirem carga negativa e positiva, respectivamente.

Como carga negativa atrai uma carga oposta, carga positiva se acumula no solo. O sistema nuvem-solo é agora um capacitor com ar no meio. A ruptura dielétrica do ar ocorre quando o campo elétrico supera 3 milhões de volts/metro. Quando isso acontece, uma corrente de carga negativa desce atingindo usualmente (mas, nem sempre) um lugar mais alto no solo. Essa corrente não é visível. Imediatamente, uma corrente de carga positiva sobe pelo mesmo caminho. Esta sim, produz luz visível (e também ondas de rádio, raios-x e até raios-gama). Tudo isso num *intervalo de milésimos de segundo*. O ar em torno atinge a temperatura de 30.000 °C. Dependendo da velocidade de formação de cargas negativas na base da nuvem e as descargas elétricas já ocorridas através dos raios, pode acontecer da nuvem ficar carregada positivamente, o solo negativamente e, neste caso, o relâmpago será nuvem-terra.

Raios têm fascinado e amedrontado seres humanos desde tempos imemoriais. Estima-se que em todo o nosso planeta caiam de 40 a 120 raios por segundo! Os prejuízos materiais são gigantescos (bilhões de dólares) e calcula-se que, em todo o mundo, mais de 2.000 pessoas sejam mortas anualmente ao serem atingidas por raios.



**Figura 7** Foto de um raio atingindo o Cristo Redentor às 18:55 h no dia 10 de fevereiro, registrada por Fernando Braga. Para conseguir essa imagem, ele bateu mais de 500 fotos em cerca de 3 horas. Braga batizou a imagem de “Raio Divino”.

E por falar em queda de raios, o fotógrafo Fernando Braga, aproveitando a onda de chuvas e tempestades desse verão brasileiro, passou vários dias tentando fotografar o exato momento (Figura 9) de um raio caindo sobre o Cristo Redentor, no morro do Corcovado, Rio de Janeiro. Por ser um ponto muito alto, ele é atingido *corriqueiramente* por descargas elétricas, mas não se preocupem, o monumento é dotado de ótimos para-raios.

Feixes de *raios lasers* lançados da Terra para as nuvens carregadas poderiam guiar os raios com segurança? *Para-raios a laser?*

Duas tentativas, sem sucesso, foram feitas em 2004 no Novo México e em 2011 em Singapura. No verão de 2021, na montanha de Säntis (Suíça), [Houard et. al.](#) operaram um feixe de laser (que foi lançado próximo da torre de telecomunicações de Säntis) e observaram (durante 3 meses e 6,3 horas de tempestades) raios que caíram na torre. De um total de 16 raios registrados, *somente 4 deles foram com o laser em atividade*. Os vários equipamentos instalados no local, comprovaram que esses 4 raios se originaram cargas positivas presentes no centro da nuvem gerando relâmpagos nuvem-terra. Os outros 12 foram relâmpagos terra-nuvem.

A explicação está no fato de que o laser pulsado Yb:YAG (Ytterbium : Yttrium Aluminum Garnet), com comprimento no infravermelho de 1030 nm (nanômetros), emitindo 1.000 pulsos por segundo e com duração de picossegundos ( $10^{-12}$  segundos) ioniza átomos de oxigênio e nitrogênio no interior da nuvem, gerando carga positiva e o relâmpago nuvem-terra.



**Figura 8** Segundo harmônico (515 nanômetros) gerado por laser pulsado de Yb:YAG, induzindo raios a caírem na torre de telecomunicações de 124 metros de altura na montanha Säntis (Suíça).

Os pesquisadores [Houard et. al.](#) concluem que, muito embora o número de eventos sejam poucos, os resultados permitem acreditar que essa técnica possa ser utilizada não só para *guiar raios*, mas também ser o seu *gatilho*.

## 2. [Fibra ótica no ar](#)

Fibras óticas são guias de onda cilíndricos feitos com materiais dielétricos com *alto índice de refração* (acima de 1,5). Em geral, seu núcleo é feito de *vidro puro* ( $\text{SiO}_2$ , com diâmetro entre 0,05 mm e 0,10 mm) ou *plástico* (poliestireno, com diâmetro acima de 0,75 mm). Esses núcleos são recobertos por materiais com *índice de refração menores* o que faz com que a *luz laser* se propague no seu interior *através de reflexão total* e com baixa perda de energia. No interior das fibras, a velocidade de propagação da luz é menor do que no vácuo – cerca de 200 mil km/s. Ao contrário dos fios metálicos, as fibras óticas não sofrem interferência eletromagnética e *não são roubadas!*

Os lasers são ótimos para trafegarem pelas fibras óticas pois são luzes coerentes e monocromáticas. Temos hoje, uma variedade de tipos de lasers que operam em comprimentos que vão da luz ultravioleta até o infravermelho, passando pelo visível. A luz laser no infravermelho é modulada para carregar informações de áudio e vídeo através das fibras óticas que são utilizadas por empresas para enviar à população sinais telefônicos, de Tv a cabo e de Internet.

O aperfeiçoamento das fibras óticas trouxe consigo um aumento da velocidade de transmissão da banda larga, medida em Mbits/s (1 Mbits = 1 milhão de bits e é proporcional ao tamanho da informação ou do arquivo). O

recorde de velocidade (até agora) é de [1,53 Pbits/s](#) (1 Pbit = 1 petabit =  $10^{15}$  = um quatrilhão de bits).

Um grupo de pesquisadores da Universidade de Maryland conseguiu montar um experimento de criar um *guia de onda no ar*. Para isso, eles utilizaram um laser pulsado de titânio-safira (que gera luz laser infravermelha de 800 nanômetros), pulsos com duração de cerca de 100 femtosegundos (1 femtosegundo =  $10^{-15}$ s) que passando através de um sistema de lentes e uma roda dentada, formaram 25 filamentos ao longo de uma circunferência de 4,5 cm de diâmetro. No ar, criou-se um guia de onda de 45 metros de comprimento! Através desse guia, eles fizeram passar luz laser verde de 532 nanômetros. Estava criada uma [fibra óptica de ar](#)! Pena que durou apenas alguns *centésimos de segundo*, tempo do reequilíbrio térmico do ar.

## 4. Para Relaxar

### 1. [O lápis mais velho do mundo](#)

Os primeiros lápis feitos de *madeira e grafite* remontam ao século XVI. O lápis mais antigo do mundo foi encontrado abandonado no sótão de uma casa construída há cerca de 3 séculos atrás. O objeto está preservado num museu da Faber-Castell na Alemanha.



**Figura 9** O lápis mais velho do mundo tem mais de 300 anos. Ele é feito de 2 pedaços de madeira (tília) e uma camada de grafite no meio.

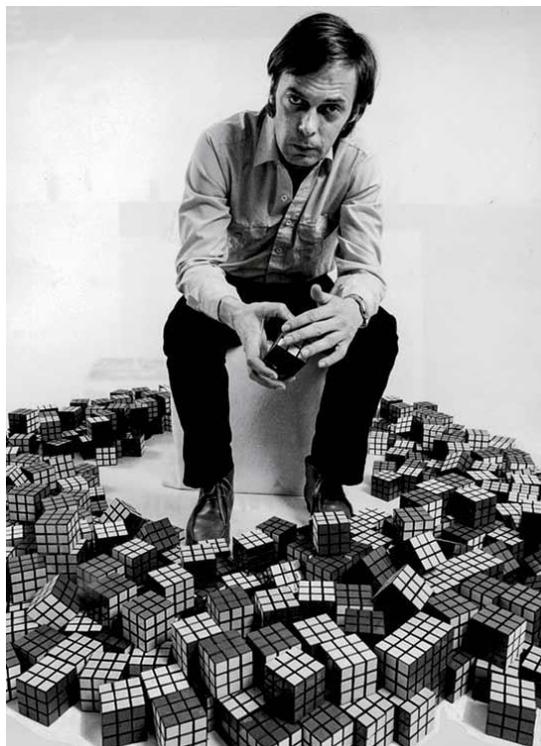
O maior fabricante de lápis do mundo é a China que, em 2020, produziu 16,5 bilhões de lápis, seguida pela Índia com 6,9 bilhões. O Brasil vem em terceiro lugar com 1,9 bilhões de lápis/ano. O consumo de lápis vem caindo ano

a ano devido à tecnologia digital, com o surgimento de vários dispositivos eletrônicos que permitem escrever ou desenhar.

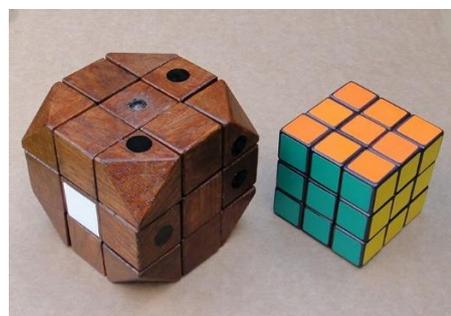
## 2. A magia do Cubo Mágico

O inventor, matemático, engenheiro e professor húngaro Ernő Rubik criou o seu primeiro cubo mágico 3x3x3 em 1974. Ele era feito de madeira. Com 6 cores diferentes para cada uma das seis faces, 21 pequenos cubos móveis e 6 fixos, mas, giratórios.

O número de arranjos possíveis é incrível – 43.252.003.274.489.856.000! Levado para a Alemanha, ele foi licenciado como ‘brinquedo’ em 1980 e vendeu milhões de unidades. A partir de uma configuração *arbitrária e aleatória*, o objetivo é encontrar os movimentos necessários que restaurem o cubo à sua forma original – todas as 6 faces com a mesma cor.



(a)



(b)



(c)

**Figura 10 – (a) O inventor do cubo mágico, o húngaro Ernő Rubik (\*Budapeste, 1944); (b) Cópia do protótipo original (de madeira) e um cubo mágico atual (de plástico); (c) Todos querem resolvê-lo.**

A solução matemática do cubo envolve a Teoria de Grupos, com suas permutações e simetrias. Explorando-se esses aspectos, pode-se escrever um código para computador. Se o programa estiver conectado a braços robóticos, a

solução do cubo levará menos de 1 segundo. Foi o que fizeram 2 estudantes do [MIT em 2018](#). Eles obtiveram o recorde mundial resolvendo o cubo em 0,38 segundos ([veja vídeo](#)).

Voltando agora a nossa atenção para *seres humanos resolvendo o cubo mágico*, existem competições [mundiais](#) e [nacionais](#). Como no atletismo, existem competições curtas, de velocidade e longas, maratonas. Com a pandemia, o campeonato mundial foi interrompido. Deverá ser retomado agora em 2023 na cidade de Seul, na Coreia do Sul.

Como o número (mínimo) de movimentos para completar o cubo depende brutalmente da sua configuração inicial, eu, particularmente, prefiro recordes obtidos em médias de 5 performances (a partir de configurações aleatórias).

O recorde atual está com o australiano Feliks Zemdegs com o tempo de 5,53 segundos. Quero observar que esse tempo vem caindo ao longo das últimas décadas, acompanhando assim, a evolução tecnológica do material usado na fabricação dos cubos (agora eles também vêm com magnetos para agilizar as rotações). Ainda nas competições de velocidade temos outras variedades como aquelas que são feitas com os *olhos vendados* ou com uma mão só.

Em novembro de 2022, o britânico George Scholey, de 20 anos de idade, fez uma maratona em que passou 24 horas solucionando cubos mágicos. Foram 6.931 cubos, um recorde mundial!

Por fim, não posso deixar de mencionar aqui uma questão muito interessante e ligada ao cubo mágico – Qual é o *número de Deus*?

O número de Deus é o *número máximo de movimentos necessários* para, *a partir de qualquer configuração*, solucionar o cubo mágico. Em 2010, foi provado que o valor exato do [número de Deus é 20](#). Isto significa que, *qualquer que seja a configuração inicial*, a solução do cubo mágico requer de 1 até no máximo 20 movimentos!

## 5. Astronomia

### [Adeus, cometa verde!](#)

O cometa C/2022 E3 (ZTF)\* foi descoberto por astrônomos do Observatório de Palomar, Califórnia, no dia [02 de março de 2022](#).

No dia 01 de fevereiro de 2023 ocorreu a sua maior aproximação da Terra, quando esteve a cerca de 42 milhões de quilômetros. Causou furor popular por ser brilhante, verde (os núcleos dos cometas são, em geral, azuis ou verdes, com caudas amarelas ou brancas) e ter passado por aqui quando nós ainda dividíamos o planeta Terra com os Neandertais.

Seu longo período de 50 mil anos indica sua origem na Nuvem de Oort. Acredita-se que nesta nuvem existam 150 milhões de cometas. A nuvem de Oort se localiza na fronteira do sistema solar, entre 50 mil e 100 mil vezes a distância Terra-Sol, tendo se formado juntamente com o Sol e os planetas, há 4,5 bilhões de anos atrás. Já cometas de períodos curtos, como o cometa de Halley (período de 76 anos), são provenientes do Cinturão de Kuiper, que está um pouco além da órbita de Netuno, cerca de 50 vezes a distância Terra-Sol.

Longe do Sol, os cometas perdem sua beleza, sua cor e sua cauda. O cometa C/2022 E3 (ZTF) só é verde quando se aproxima do Sol. Nossa estrela emite raios ultravioleta que quebram a molécula de carbono  $C_2$ . Esta fotodissociação ocorre com a absorção de dois fótons e a emissão de luz verde.



**Figura 11** – Maravilhosa fotografia do cometa C/2022 E3 (ZTF) tirada por Miguel Claro. Só retornará daqui há 50.000 anos. Mas, não desanime! Outros cometas mais bonitos e mais ‘velhos’ podem estar a caminho da Terra!

\*Nomenclatura: C - para *cometa*, 2022 – para o *ano* de sua descoberta, E - para a *quinzena do ano* da sua descoberta (neste caso, a 5ª. quinzena do ano, contadas com letras maiúsculas e em ordem alfabética, A B C D E ...), 3 - porque foi o terceiro objeto identificado naquela quinzena e ZTF – para Zwicky Transient Facility, o instrumento utilizado na sua descoberta.

