



Figura 1 – A superlua azul (19 de agosto de 2024) despontando atrás da mesquita de Süleymaniye em Istanbul, Turquia. O perigeu é a menor distância da Lua à Terra e corresponde a cerca de 363 mil quilômetros. Se a lua cheia acontece quando o nosso satélite está no (ou perto do) perigeu, ela é chamada de superlua. O adjetivo azul nada tem a ver com a cor da lua. Ele é utilizado em 2 circunstâncias diferentes: para a 3ª. lua cheia entre 2 estações consecutivas do ano (que é o caso da lua cheia de 19 de agosto) e para a 2ª. lua cheia que ocorre num mesmo mês do ano (a próxima será em 31 de maio de 2026).

### Caro leitor,

*Estou enviando a vocês a 11ª. edição da Newsletter “Ciência em Panorama”. Espero que gostem.*

*Caso você não pertença à comunidade USP e queira receber diretamente no seu e-mail a newsletter “Ciência em Panorama”, basta enviar uma mensagem para*

*onody@ifsc.usp.br  
contendo o seu nome e o seu e-mail.*

*Você encontra todas as edições do Ciência em Panorama [nesta página](#).*

*Artigos mais extensos sobre Ciência e Tecnologia você encontra [aqui](#).*

*Um abraço,  
Prof. R. N. Onody*

*Boa Leitura!*

### Nesta Edição

- **Biologia**
  1. Tirando os espinhos
  2. ‘Monte Evereste’ - a maior de todas as proteínas
- **Geofísica**  
Os ciclos de Milancovitch e o clima da Terra
- **Evolução**  
A Teoria da Montagem detecta vida?
- **Astronomia**  
Porfirion – a galáxia que tem os mais longos jatos emitidos por buracos negros supermassivos
- **Computação**  
Qual a maneira mais econômica de representar números?
- **Tecnologia**  
Robô bate recorde na montagem do cubo mágico: 0,305 segundos

---

- **Biologia**

1. **Tirando os espinhos**

[São Francisco de Assis](#) (1181/1182 – 1226) nasceu na cidade de Assis (na região da Úmbria, Itália). Sendo sua origem de uma família muito rica, viveu uma juventude irrequieta e mundana até se voltar para uma vida religiosa de completa pobreza. Fundou a ordem mendicante dos frades menores (os franciscanos). Conta a lenda que, durante o processo de conversão, para fugir ao pecado da luxúria, ele se jogou sobre um canteiro de rosas e elas então perderam seus espinhos.

Rigorosamente falando, as rosas não têm espinhos e sim acúleos. [Espinhos](#) são modificações de ramos ou caules que se originam em brotos e são, portanto, vascularizados. Estão presentes, por exemplo, nos limoeiros e cactos. [Acúleos](#) são projeções da epiderme da planta e eles não possuem feixes vasculares, como nas roseiras e na paineira.

Ao contrário dos espinhos, os acúleos podem ser facilmente removidos. De qualquer forma, espinhos e acúleos são mecanismos de defesa das plantas contra seus maiores predadores - os herbívoros. No nosso vernáculo (e de muitos outros países) acúleos são denominados espinhos. Neste texto, de agora em diante, usarei o termo espinhos para acúleos e espinhos.

Existem cerca de 2000 espécies de plantas do gênero *Solanum* que surgiu há 6 milhões de anos atrás e inclui a batata (*Solanum tuberosum*), o tomate (*Solanum lycopersicum*) e a beringela (*Solanum melongena*). A beringela (Figura 2) é uma planta originária da Índia e foi trazida ao Brasil no século XVI pelos portugueses.



(a)



(b)

Figura 2 – (a) a beringela domesticada e sem espinhos – a *Solanum melongena* ; (b) a beringela selvagem e com espinhos – a *Solanum insanum*. Espinhos surgiram de forma independente em diferentes grupos de plantas, em diferentes regiões e em diferentes épocas, um exemplo do que Darwin denominou *evolução convergente*.

Em artigo recente publicado na revista [Science](#), cientistas mapearam geneticamente duas espécies de beringela: a *melongena* (sem espinhos, domesticada) e a *insanum* (com espinhos, selvagem). Eles identificaram, no cromossomo 6, o gene LONELY GUY (LOG) como o responsável pela presença ou não de espinhos. Quando este gene está silenciado a planta não produz espinhos.

O gene LONELY GUY codifica a enzima citocinina (fito hormônio) que regula o crescimento ou não de espinhos. Os cientistas utilizaram a técnica de edição genômica CRISPR-Cas9 em beringelas *com espinhos* para silenciar o gene LONELY GUY e, sucesso, os espinhos desapareceram!

Eles também comprovaram que todos os outros aspectos de crescimento e desenvolvimento da beringela ficaram intactos. Com isso, está aberto um novo caminho para a agricultura com a domesticação e a colheita de plantas outrora espinhentas. No futuro, poderemos colher rosas sem machucarmos as mãos.

## 2. ‘Monte Evereste’ - a maior de todas as proteínas

Investigando a alga marinha, *Prymnesium parvum*, também conhecida como *alga dourada*, pesquisadores da [Universidade de San Diego](#) encontraram a maior proteína conhecida até agora. Batizada de PKZILLA-1, a proteína foi apelidada de Monte Evereste, pelo seu tamanho.

Trata-se de uma proteína com cerca de 45.000 aminoácidos, bem maior do que a até então recordista – [Titin](#), que contém aproximadamente 30.000 aminoácidos e é encontrada em músculos do ser humano.



Figura 3 – março de 2007, Texas. Grande mortandade de peixes provocada pelo crescimento explosivo da *alga dourada*. Em 2022, um fenômeno semelhante no rio Óder (Polônia) resultou na morte de aproximadamente mil toneladas de peixes.

A *alga dourada* produz a toxina *prymnesin* que contém, entre outras moléculas, a gigantesca proteína PKZILLA-1.

A toxina *prymnesin* danifica as guelras dos peixes (Figura 3). Ela pertence ao mesmo grupo que a toxina *brevetoxin B* a responsável pela *maré vermelha* que impacta regularmente regiões da Flórida.

---

- **Geofísica**

### Os ciclos de Milankovitch e o clima da Terra

A última era glacial teve seu pico entre 27.000 e 20.000 anos atrás e se encerrou no início da nossa era geológica atual – o holoceno, há 11.700 anos atrás. Com o aquecimento, a temperatura média do nosso planeta aumentou cerca de 6 ° C. Aqui, na América do Sul, os glaciares presentes nos lagos da Patagônia, são magníficos remanescentes da última era glacial (Figura 4).



Figura 4 – O glaciador Perito Moreno, no lago Argentino. Dezenas de glaciares presentes na Patagônia, remontam à última era glacial.

Por volta de 1920, o geofísico sérvio Milutin Milankovitch propôs que as mudanças climáticas do nosso planeta (incluindo as eras glaciais) seriam causadas por pequenas *alterações cíclicas* na órbita da Terra. São os chamados ciclos de Milankovitch. São três ciclos, a saber: mudança da excentricidade da órbita elíptica de rotação da Terra em torno do Sol, mudança da obliquidade (ângulo de inclinação do eixo de rotação da Terra em relação ao plano da eclíptica) e a precessão (rotação do eixo de rotação da Terra).

Devido as contribuições das forças gravitacionais exercidas pelos gigantes gasosos Júpiter e Saturno, a excentricidade da órbita da Terra varia com o tempo entre um valor mínimo de 0,0034 (quase circular) e um valor máximo de 0,058. O valor atual é de 0,0167 e *está decrescendo*. O [período dessa oscilação](#) é de aproximadamente 100.000 anos.

No seu ponto de aproximação máxima do Sol (periélio) a Terra está a 147,1 milhões de quilômetros do Sol e, no seu ponto de afastamento máximo do Sol (afélio) a Terra está a 152,6 milhões de quilômetros do Sol. Ao contrário do que muitas pessoas pensam, essa diferença entre o periélio e o afélio *não é responsável* pela existência das 4 estações do ano, mas, *é responsável* pelo fato do inverno ser 4,5 dias mais longo do que o verão e o outono ser cerca de 3 dias mais longo do que a primavera no hemisfério sul. [No hemisfério norte](#) ocorre exatamente o oposto. Neste ano, o periélio aconteceu em 3 de janeiro e o afélio em 4 de julho.

O eixo de rotação diária da Terra *não é perpendicular* ao plano da eclíptica (plano de rotação da Terra em torno do Sol) mas *é oblíquo*. Hoje, esse ângulo é de aproximadamente 23,4°. Essa *obliquidade é a responsável* pela existências das 4 estações do ano.

A [obliquidade oscila](#) entre 22,1° e 24,5° e tem um período de 41.000 anos. A obliquidade atual *está decrescendo* e deverá atingir seu valor mínimo em, aproximadamente, 10.000 anos.

Além de estar inclinado em relação à eclíptica, o eixo da rotação da Terra também gira – é o movimento de [precessão axial](#). Isso porque, como a Terra é achatada nos polos, as forças diferenciais do Sol e da Lua geram torques que tendem a alinhar o eixo de rotação da Terra com o eixo de rotação da eclíptica. Como o vetor torque e o vetor momento angular são perpendiculares, o torque não altera o módulo do momento angular, mas, apenas a sua direção. A precessão da Terra tem um [ciclo](#) de aproximadamente 26.000 anos.

Os 3 ciclos de Milankovitch são, portanto, pequenas alterações na órbita da Terra que trazem consigo lentas mudanças na intensidade da radiação solar e nas áreas ensolaradas do planeta. Juntos, eles operam mudanças climáticas na Terra em tempos longos – da ordem de milhares ou dezenas de milhares de anos. Um [estudo realizado em 1976](#) comprovou que a hipótese de Milankovitch coincidia e explicava as mudanças climáticas ocorridas na Terra nos últimos 450.000 anos!

Ótimo, tudo resolvido então. Como os ciclos de Milankovitch podem ser calculados e estendidos por milhares ou até milhões de anos à frente, teríamos à mão uma máquina para calcular o clima da Terra no futuro. Mas, devagar com o andor que o santo é de barro.

A intervenção humana a partir da era industrial (de 1850 em diante), com grandes emissões de dióxido de carbono, queima de combustíveis fósseis e poluição, tem [alterado rapidamente](#) o clima da Terra. Deveríamos estar iniciando uma nova era glacial, ao invés de um aquecimento global. Veja evolução temporal do gelo no Ártico, quantidade de CO<sub>2</sub> no planeta, temperatura global e aquecimento dos oceanos neste [site da NASA](#). De maneira inacreditável, numerosos negacionistas duvidam desses fatos, mesmo após termos vivido aqui no Brasil os verões mais tórridos dos quais eu me lembro nos meus 71 anos de vida.

---

- **Evolução**

### **A Teoria da Montagem detecta vida?**

O que é a vida? É o título de um pequeno livro escrito em 1944 por um dos fundadores da mecânica quântica – E. Schrödinger. Claro, Schrödinger não pôde responder à pergunta pois, na época, sequer a estrutura molecular do DNA era conhecida. Em verdade, oitenta anos depois, ainda não sabemos, com precisão, como surgiu a vida.

A icônica experiência de Miller-Urey realizada na década de 1950, demonstrou que compostos orgânicos simples (formando uma ‘sopa pré-biótica’ que, há 3,5 bilhões de anos atrás, estaria presente num oceano muito quente), sob a ação de fortes descargas elétricas, podem produzir aminoácidos, que são os tijolos de construção das proteínas. Como a matéria morta ganha vida? Qual o segredo do dr. Frankenstein?

Atribui-se ao biólogo Francisco Varela a afirmação: “*A vida é a matéria com intencionalidade*”, ou seja, a vida é matéria que tem como objetivo sobreviver e, na ausência dessa possibilidade, se reproduzir.

Mas, como sintetizar as complexas moléculas da vida para adquirirem a propriedade de reprodução? O [candidato mais provável](#) é o RNA, uma molécula longa que pode ser catalisadora de reações, além de armazenar e transmitir informações. Mas, qual o caminho que a natureza percorreu até chegar ao RNA?

A teoria da evolução de C. Darwin tem sua dinâmica baseada na seleção natural. Num grupo com indivíduos fenotipicamente diversos, o mais funcional é selecionado e passa para a geração seguinte as características da sua maior adaptabilidade.

Na teoria da montagem ([assembly theory](#)) leva-se em conta todas as etapas da formação e evolução anteriores ao indivíduo.

Suponha um conjunto que contenha, inicialmente, N tijolos ou blocos de construção. Por exemplo, as letras ABCDR (N = 5) ou os aminoácidos Glicina (G), Fenilalanina (F), Histidina (H) e Valina (V), (N = 4). Juntando as letras ou os aminoácidos, formamos novos blocos que serão adicionados ao conjunto inicial. Qual o menor caminho (número de etapas) para se construir a palavra ABRACADABRA ou o peptídeo GGGFHHHVG? Esse caminho mínimo é chamado *índice de montagem* (assembly index).

Na tabela abaixo, calculamos o índice de montagem para a palavra ABRACADABRA. Na última linha, indicamos o conjunto inicial A,B,C,D,R e, com o sinal de +, todos os novos blocos incorporados ao conjunto

| Etapa     | 1   | 2    | 3     | 4      | 5       | 6        | 7           |
|-----------|-----|------|-------|--------|---------|----------|-------------|
|           | AB  | ABR  | ABRA  | ABRAC  | ABRACA  | ABRACAD  | ABRACADABRA |
| A,B,C,D,R | +AB | +ABR | +ABRA | +ABRAC | +ABRACA | +ABRACAD | ABRACADABRA |

Fomos da etapa 6 para a etapa 7 utilizando 2 blocos já existentes no conjunto: ABRACAD (criado no 6) e ABRA (criado no 3). Pode-se checar que esse é o caminho mais curto possível. O índice de montagem da palavra ABRACADABRA é igual a 7.

Existem outros caminhos mais longos. Por exemplo, a partir da etapa 6, poderíamos montar ABRACAD+AB+R+A cujo índice de montagem é igual a 9. Note que o índice de montagem da palavra ABRACADABRA é 7 mesmo que o cálculo fosse feito ao contrário, isto é, da direita para a esquerda.

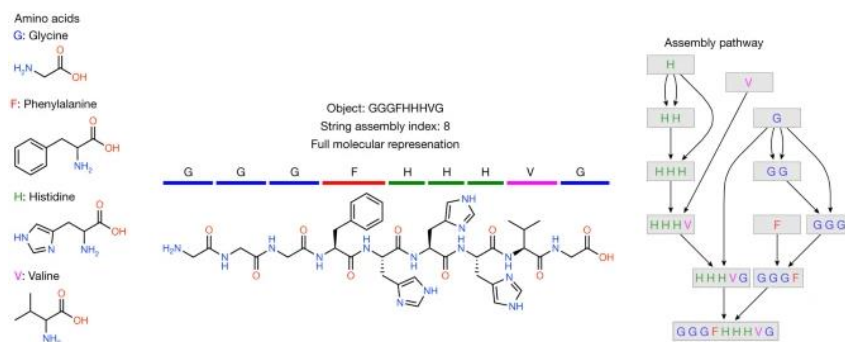


Figura 5 – O peptídeo GGGFHHHVG tem índice de montagem igual a 8.  
 Fonte

Pois bem, e o que tem a teoria da montagem a ver com a vida?

Em 2021, pesquisadores desenvolveram uma técnica experimental envolvendo um tipo de espectrômetro de massa que permite determinar o índice de montagem de moléculas (MA). Eles estimaram o MA experimentalmente em material biológico, abiótico, inorgânico, matéria morta e amostras cegas (Figura 6).

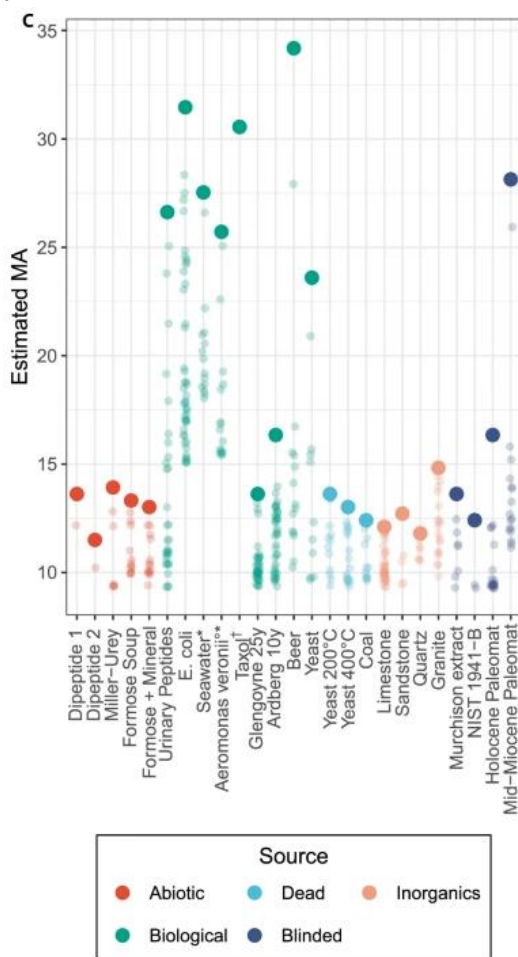


Figura 6 – Os valores estimados do índice de montagem molecular (MA) em: material abiótico (dipeptídeos, e a mistura utilizada no experimento de Miller-Urey); material inorgânico (quartzo, calcário, arenito e granito); matéria morta (carvão, levedura aquecida a 200 e 400 °C); amostras cegas que depois se revelaram ser de meteoritos de diferentes eras geológicas (30 mil e 14 milhões de anos atrás) e amostras biológicas (*E. Coli*, leveduras, água do mar, cerveja e uísque escocês).

Fonte

Os autores desse trabalho lançaram a hipótese audaciosa de que a matéria viva teria MA maior do que 15. Logo, um MA alto seria uma maneira simples de separar a matéria viva da inanimada, uma bioassinatura, um *detector de vida!*

Por último, mas não menos importante, as conclusões da Teoria da Montagem têm provocado *enorme oposição* de outros grupos evolucionistas, alguns de maneira [bastante ácida](#) (apontando a superioridade da Entropia de Shannon e da Complexidade de Kolmogorov) e outros de forma [mais ponderada](#).



O debate, na minha opinião, está adquirindo formas conflituosas e passionais que me lembram as que ocorrem nas redes sociais e na campanha eleitoral de 2024 pela prefeitura de São Paulo. Uma pena, a ciência não pode e não deve seguir esse caminho.

---

- **Astronomia**

**Porfíron – a galáxia que tem os mais longos jatos emitidos por buracos negros supermassivos**

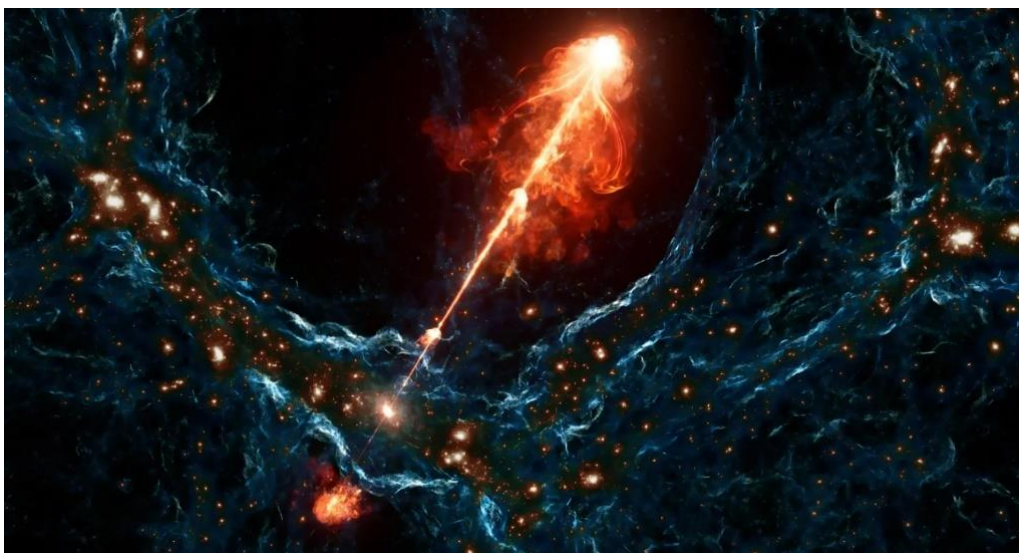


Figura 7 – Ilustração artística do par de jatos gigantes emitido pelo buraco negro supermassivo localizado no centro da rádio galáxia Porfíron. Dois vastos lobos de rádio se projetam pelo espaço até uma incrível distância de 23 milhões de anos-luz! equivalente a 230 vezes o diâmetro da Via-Láctea. O recorde anterior pertencia à rádio galáxia Alcioneu com jatos de comprimento de 16 milhões de anos-luz.

Crédito: Erik Wernquist/Dylan Nelson (IllustrisTNG collaboration)/Martijn Oei; Design: Samuel Hermans

As rádio galáxias têm no seu centro buracos negros supermassivos que emitem pares de jatos de plasma relativístico (elétrons e núcleos de átomos ionizados com velocidades próximas a da luz). Esses jatos correspondem a uma pequena fração da matéria que não é digerida pelo buraco negro e é ejetada em formato de funil através dos polos magnéticos.

Nesses jatos, elétrons acelerados até velocidades próximas a da luz, emitem ondas eletromagnéticas por [radiação síncroton](#). As frequências emitidas vão desde ondas de rádio, luz infravermelha, visível, ultravioleta e até raios-x. As rádio galáxias são extremamente luminosas em frequências de rádio (entre 10 MHz e 100 GHz) e se formam, na sua maioria, em galáxias elípticas.

A primeira rádio galáxia detectada foi a [Cygnus A](#), descoberta em 1939 pelo astrônomo Grote Reber. A rádio galáxia mais próxima é a [Centaurus A](#), que

está a uma distância de cerca de 11 milhões de anos-luz. A rádio galáxia mais famosa é a Messier 87 que, através do Event Horizon Telescope, nos forneceu a [primeira imagem](#) formada de um buraco negro supermassivo.

Em [2024](#), ao estudarem a rádio galáxia Porfíron, astrônomos descobriram jatos *tão energéticos* que fazem seu comprimento se estender por gigantescos 23 milhões de anos-luz!

Porfíron está a uma distância de 7,5 bilhões de anos-luz da Terra. O nome escolhido é bastante apropriado pois, na mitologia grega, Porfíron era o mais poderoso e formidável dos Gigantes na batalha que eles travaram contra os deuses do Olimpo.

---

- **Computação**

**Qual a maneira mais econômica de representar números?**

Nós seres humanos preferimos representar os números utilizando a *base decimal* (0,1...9), já os nossos computadores utilizam o *sistema binário* (0,1). No primeiro caso, aprendemos nossa aritmética inicial com os dedos das mãos e construímos então nosso sistema métrico decimal. O sistema métrico só não é oficialmente adotado nos Estados Unidos, na Libéria e em Mianmar (a Grã-Bretanha vem paulatinamente adotando o sistema métrico, mas ainda convive com unidades imperiais). Nos computadores, além da aritmética binária temos a lógica binária do *verdadeiro* ou *falso*.

Mas, as bases 2 ou 10 são ideais? Elas otimizam a representação dos números? Como veremos abaixo, a resposta é não. A melhor base (mais econômica) de números inteiros é a base ternária (0,1,2)!

Convém lembrar como se representa um número inteiro numa determinada base  $b$  ( $b^0 = 1$ ). Por exemplo, o número 479 (base decimal) se escreve:

$$111011111 = 1 \cdot 2^8 + 1 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0, \quad \text{na base 2 (0,1)}$$

$$122202 = 1 \cdot 3^5 + 2 \cdot 3^4 + 2 \cdot 3^3 + 2 \cdot 3^2 + 0 \cdot 3^1 + 2 \cdot 3^0, \quad \text{na base 3 (0,1,2)}$$

$$1df = 1 \cdot 16^2 + d \cdot 16^1 + f \cdot 16^0, \quad \text{na base 16 (0,1,2,3,4,5,6,7,8,9, a, b, c, d, e, f)}$$

O custo  $C(N, b)$  ou a eficiência numérica para se escrever um número  $N$  numa base  $b$  é dado pela multiplicação  $b \times$  o número de dígitos necessários para representar  $N$ .

Podemos então escrever  $C(N, b) = b \lfloor \log_b(N) + 1 \rfloor$ , onde  $\lfloor x \rfloor$  é a função piso que retorna o maior inteiro menor ou igual a  $x$ .

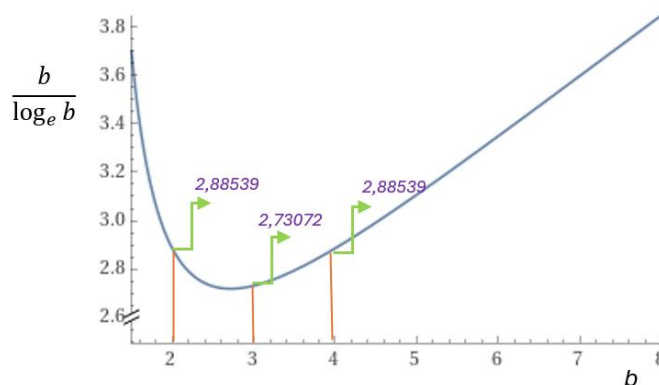
Na tabela abaixo, temos dois exemplos numéricos

| $N$ | $b$ | representação | $C(N, b)$ | $N$  | $b$ | representação | $C(N, b)$ |
|-----|-----|---------------|-----------|------|-----|---------------|-----------|
| 349 | 2   | 101011101     | 18        | 1035 | 2   | 1000001011    | 22        |
|     | 3   | 110221        | 18        |      | 3   | 1102100       | 21        |
|     | 10  | 349           | 30        |      | 10  | 1035          | 40        |
|     | 16  | 15d           | 48        |      | 16  | 40b           | 48        |

No limite assintótico de  $N \gg 1$ , teremos

$$C(N, b) = b \lfloor \log_b(N) + 1 \rfloor \sim b \log_b(N) = b \frac{\log_e N}{\log_e b} = \log_e N \left[ \frac{b}{\log_e b} \right]$$

Abaixo vemos o gráfico de  $\left[ \frac{b}{\log_e b} \right]$  contra  $b$ . Ele passa por um valor mínimo para  $b = e = 2,718$  ! Para  $b=2$  e  $b=4$  o valor é o mesmo  $\sim 2,88539$  e para  $b=3$   $\sim 2,73072$ .



Portanto, o sistema ternário é o mais eficiente de todas as bases inteiras, oferecendo a maneira mais econômica para representar um número.

Outra vantagem seria no campo da lógica ternária. Enquanto a lógica binária tem apenas 2 resultados, falso ou verdadeiro, a lógica ternária tem 3. Por exemplo, dados 2 números  $x$  e  $y$  podemos atribuir 0, se  $x$  for menor do que  $y$ , 1 se  $x$  for igual a  $y$  e 2, se  $x$  for maior do que  $y$ .

Então por que não desenvolver computadores baseados no sistema ternário? Na verdade, houve tentativas nesse sentido. [Nikolai Brusentsov](#) e colegas da Universidade de Moscou construíram cerca de 50 protótipos (entre

1958 e 1965) de uma máquina – a Setun, que operava 18 dígitos ternários ou trits. Em 1973, Gideon Frieder e colegas da Universidade de Nova Iorque construíram um computador – o ternac, que operava na base 3.

Mas, tais tentativas ficaram apenas no universo acadêmico. Os enormes investimentos já realizados para construir chips binários, fazê-los confiáveis, miniaturizá-los e a existência de um número gigantesco de softwares para o sistema binário, fazem com que *transformar bits em trits seja um investimento econômico temerário*.

---

- **Tecnologia**

- **Robô bate recorde na montagem do cubo mágico: 0,305 segundos**

A Mitsubishi Electric construiu um robô (Figura 8) – o TOKUFASTbot que utiliza um algoritmo de reconhecimento de cores baseado em inteligência artificial e que consegue rotacionar 90 graus em apenas 0,009 segundos. O recorde de montagem completa do cubo – 0,305 segundos, você pode ver (em tempo normal e em câmara lenta) [aqui](#).



Figura 8 – a máquina TOKUFASTbot bateu recorde de 0,305 segundos para a montagem do cubo de Rubik. O recorde anterior era de 0,38 segundos. O recorde atual com seres humanos montando o cubo é do estadunidense Max Park – 3,13 segundos.

