

Números Primos, Numeração Binária e a Procura de Inteligência Extraterrestre

Haverá civilizações extraterrestres algures no Cosmos? Se sim, como comunicar com seres que certamente serão, em muitos aspectos, completamente diferentes de nós? Curiosamente, os números e, em particular, os números primos poderão dar uma ajuda!

Da mais remota antiguidade até ao «Século das Luzes», como é conhecido o século XVIII, a grande maioria das pessoas estava convencida de que o espaço exterior à Terra, o «firmamento», era de uma natureza muito diferente deste nosso mundo «terreno» em que vivemos: os céus eram perfeitos, incorruptíveis e eternos, enquanto que «cá em baixo» as coisas eram imperfeitas, corruptas e perecíveis. Apesar de algumas notáveis vozes dissidentes, como a de Giordano Bruno (1548-1600), um dos mais conhecidos defensores de um Universo povoado de inúmeros mundos semelhantes ao nosso, que foi queimado vivo por estas e outras «heresias», só após os trabalhos fundamentais de Isaac Newton (1643-1727) é que finalmente se tornou claro que o Cosmos é regido por leis universais.

A famosa experiência de Miller-Urey¹, em 1953, mostrou ser possível gerar naturalmente compostos orgânicos a partir de compostos inorgânicos, apesar de persistirem ainda algumas dúvidas de como é que exactamente isso ocorreu no nosso planeta. Experiências posteriores confirmam que há várias «receitas» para produzir compostos orgânicos, havendo mesmo alguma evidência de produção

extraterrena de diversos aminoácidos². Dos compostos orgânicos à vida vai porém um enorme salto que tem, no entanto, uma explicação genialmente simples e simultaneamente mais profunda do que parece à primeira vista: a selecção natural. Se ainda não foi possível criar vida em laboratório tal se deve, entre outras coisas, a ninguém ter conseguido, até ao momento, condensar milhões de anos de selecção natural num período humanamente mais aceitável.

Por outro lado, a vida no nosso planeta surgiu muito rapidamente, em termos geológicos, claro³. Fica-se com a impressão de que a vida não tarda a emergir mal estejam criadas as condições necessárias. O que ainda não é absolutamente claro é quais são essas condições ou conjuntos de condições. Quanto à vida inteligente⁴, há que reconhecer que sabemos muito pouco sobre a sua evolução e as condições em que se desenvolve para sequer fazermos conjecturas sobre a probabilidade do seu aparecimento. Mas é perfeitamente plausível que haja civilizações extraterrestres, uma vez que a selecção natural e a competição por recursos parece conduzir a uma «corrida aos armamentos» evolutivos e a cooperações

¹http://en.wikipedia.org/wiki/Miller-Urey_experiment. Uma descrição historicamente detalhada desta experiência é dada em: C. Wills, J. Bada, *The Spark of Life*, Perseus Publishing, 2000, pp. 40-52.

²http://en.wikipedia.org/wiki/Murchison_meteorite
<http://www.astrobio.net>

<http://astrobiology.nasa.gov>

³<http://exploringorigins.org/timeline.html>

<http://www.pbs.org/wgbh/nova/origins>

⁴Não é nada fácil definir «inteligente», mas o termo será aqui usado como um adjectivo aplicável a civilizações e significando «capacidade de comunicação interestelar», o que por si só implica já inúmeras outras capacidades.

de grupos de indivíduos, o que conduz a formas de comunicação cada vez mais sofisticadas e, eventualmente, à inteligência. O facto de ainda não terem sido detectados sinais de inteligência extraterrestre (os vários relatos de OVNI's e fenómenos congéneres não são credíveis e não têm resistido a análises cuidadas⁵), pode ser explicado pelas enormes distâncias interestelares e intergalácticas, e por se ter começado a trabalhar seriamente no assunto há muito pouco tempo. Pode também significar que a densidade de civilizações avançadas é relativamente baixa no Cosmos.

Mas como descobrir se existem ou não civilizações extraterrestres? Dada a imensidão do Universo, se existirem, o mais provável é que essa descoberta seja feita via rádio. Mas põe-se aqui imediatamente o problema de saber como perceber uma mensagem enviada por seres que certamente terão linguagens e formas de comunicação distintas das nossas. Às vezes ajuda pensar ao contrário: como enviar uma mensagem a seres dos quais nada sabemos?

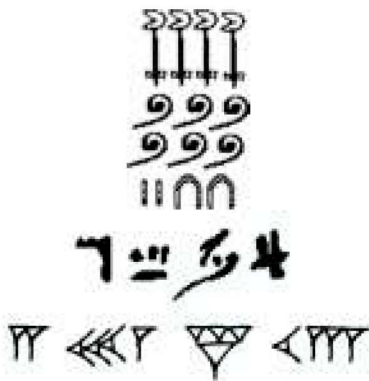
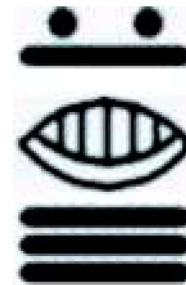
No início da década de 70 do século passado, dois astrónomos da Universidade de Cornell, Carl Sagan e Frank Drake, conceberam uma forma brilhante de chamar a atenção de seres inteligentes: usar os números primos e a numeração binária! A ideia subjacente é que qualquer civilização suficientemente

avanzada não poderá deixar de ter tecnologia que analise o espectro electromagnético, conhecer os números primos e facilmente identificar representações binárias de números naturais. De facto é inverosímil que seres inteligentes, seja qual for a história da evolução da vida no seu planeta, não saibam contar, pois contar é essencial para avaliar recursos

disponíveis, por exemplo, e não sejam, como nós, mestres no reconhecimento de padrões e peritos em abstracção⁶. O conhecimento dos números primos e da numeração binária é um corolário imediato!

É importante salientar aqui a diferença entre numerais e números: os numerais são símbolos usados para representar números, enquanto estes últimos são abstracções representando quantidades específicas. Ao longo da história humana, diferentes civilizações criaram diferentes numerais para representar os mesmos números. Temos assim, por exemplo, numerais egípcios⁷, numerais babilónios⁸, numerais maias⁹, numerais chineses¹⁰ e os numerais indo-árabes¹¹ que o leitor usa diariamente. Os numerais de eventuais extraterrestres serão certamente muito diferentes de todos os numerais terrestres, mas os números são universais!

Subjacente a alguns desses diferentes modos de representar os números há também um sistema de numeração, dito *posicional*, com base no qual se representa todos os números usando combinações de apenas um número finito de símbolos, mas onde o valor de um símbolo depende da sua posição. O sistema de numeração que é hoje mais utilizado é o decimal, com os dez símbolos que todos bem conhecemos: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9. A posição de um símbolo na representação de um dado



⁵<http://www.csicop.org/si/9703/ufo.html>

<http://www.pbs.org/wgbh/nova/aliens>

<http://www.michaelshermer.com/tag/ufos>

⁶Se o leitor acha que não tem capacidade de abstracção é apenas porque está tão habituado a abstrair que nem nota! Basta fazer um esboço simples de uma cara humana e comparar o resultado com uma cara real para perceber que tem enormes capacidades de abstracção!

⁷http://www.psinvention.com/zoetic/tr_egypt.htm

⁸http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/HistTopics/Babylonian_numerals.html

⁹http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/HistTopics/Mayan_mathematics.html

¹⁰<http://www.mandarintools.com/numbers.html>

¹¹http://en.wikipedia.org/wiki/Hindu-Arabic_numeral_system

Apanhados na Rede

[Números Primos, Numeração Binária e a Procura de inteligência Extraterrestre]

número tem um valor associado a uma determinada potência de 10. Assim, 2703 realmente significa $2 \times 10^3 + 7 \times 10^2 + 0 \times 10 + 3$. Em geral, dado um certo número natural $b > 1$, não é difícil ver que qualquer outro número natural m tem uma *única* representação na forma: $m = d_{k-1}b^{k-1} + d_{k-2}b^{k-2} + \dots + d_2b^2 + d_1b + d_0$, se exigirmos que os números d_0, d_1, \dots, d_{k-1} pertençam ao conjunto $\{0, 1, \dots, b-1\}$. Diz-se então que esta é a representação de m na base b , sendo os d_i os seus respectivos «dígitos» ou «algarismos». Para $b=2$ obtém-se o *sistema de numeração binária*, com apenas dois «algarismos», 0 e 1, que é usual apelidar de *bits*; $b=16$ dá origem ao *sistema de numeração hexadecimal*, no qual é usual introduzir os «algarismos» A, B, C, D, E, F para designar, respectivamente, os números de 10 a 15. Estes são dois sistemas amplamente usados em Informática. Por exemplo, 2008 escrito em binário fica 11111011000, enquanto que em hexadecimal é: 7D8.

A predominância do sistema decimal deve-se apenas a um acaso evolutivo: os seres humanos têm dez dedos, tendo as mãos sido, naturalmente, a primeira calculadora. É muito provável que se um dia encontrarmos extraterrestres e estes tiverem algo análogo a «mãos», se consiga deduzir que sistema de numeração usam pelo número total de «dedos» que têm.

Os números primos, números naturais maiores que um e que não podem ser decompostos como produto de números menores, são como que os átomos do mundo numérico. Repare-se que um número ser ou não primo não tem nada a ver com a sua representação: é uma propriedade intrínseca ao próprio número. Por exemplo, já não o é o facto de um dado número ser ou não palíndromo, ou capicua, isto é ser igual ao número que se obtém quando é lido de trás para a frente: o número 121 é um palíndromo no sistema decimal, mas já não o é em binário; enquanto que o número cuja representação em binário é 100101001 não é uma capicua em decimal (*verifique!*).

Seres que façam parte de civilizações avançadas não poderão deixar de ser fruto de uma longa evolução, tendo a sua inteligência sido desenvolvida de modo a melhor conhecerem o meio ambiente que habitam, e como tal serão (se existirem) seres exímios no reconhecimento de padrões, que gostam de

desafios e de explorar o desconhecido, com pendor para classificar e organizar as mais diversas coisas. Assim sendo, não poderão deixar de conhecer a tabela periódica dos elementos e os números primos, por exemplo.

A ideia de Sagan e Drake foi, então, a de codificar informação em binário num sinal formado por um número de bits que é o produto de dois números primos. A 16 de Novembro de 1974 enviaram mesmo, do radiotelescópio de Arecibo, em Porto Rico, uma mensagem com 1679 bits em direcção a um aglomerado de estrelas conhecido como M13, a 25 000 anos-luz do nosso sistema solar¹².

O facto de 1679 ser o produto de 23 por 73 sugere que se organize a informação num rectângulo, dispondo os respectivos bits em 73 colunas de 23 bits cada ou em 23 colunas de 73 bits cada. Num dos casos não se obtém nada de interesse, mas no outro vêem-se



claramente padrões, incluindo algumas simetrias, que se espera serem reconhecíveis por seres inteligentes. De uma forma muito engenhosa, detalhadamente descrita na página da Wikipédia dedicada à mensagem de Arecibo, em¹³: http://en.wikipedia.org/wiki/Arecibo_message, Sagan e Drake conseguiram codificar, nos 1679 bits, os números de 1 a 10 em binário (que são facilmente reconhecíveis e fornecem pistas para a decodificação

¹²Um ano-luz é uma medida de distância: é a distância que a luz percorre, no vácuo, em um ano, sendo igual a 9 460 730 472 580,8 km.

¹³A figura representando a mensagem de Arecibo da página da Wikipédia está reflectida relativamente a um eixo vertical. Ver também: Carl Sagan and Frank Drake, *The Search for Extraterrestrial Intelligence*, Scientific American 232 (May 1975), pp. 80-89; Carl Pomerance, *Prime Numbers and the Search for Extraterrestrial Intelligence*, in *Mathematical Adventures for Students and Amateurs*, D. Hayes and T. Shubin (eds.), MAA 2004, pp. 1-4.

do resto da mensagem); os números atômicos dos elementos que constituem o ADN; as fórmulas químicas dos açúcares e das bases dos nucleótidos do ADN; o número de nucleótidos do ADN e uma representação gráfica sugerindo a sua estrutura de hélice dupla; uma representação esquemática de um ser humano, a sua altura média e a população da Terra na altura; uma representação gráfica do sistema solar, indicando qual o planeta por nós habitado; e finalmente uma representação esquemática do radiotelescópio de Arecibo e as dimensões do prato da sua antena! Mas a mensagem de Arecibo foi acima de tudo um gesto simbólico, uma demonstração prática de uma ideia. O seu principal objectivo foi o de mostrar uma possibilidade e motivar alguma reflexão sobre o assunto.

Desde os anos 60 do século passado, têm havido vários projectos de procura de inteligência extraterrestre, ou programas «SETI» (de *Search for Extra-Terrestrial Intelligence*)¹⁴. Ao longo destes anos foram já detectadas algumas mensagens curiosas e intrigantes, cuja origem ainda ninguém conseguiu explicar satisfatoriamente. Um desses sinais, talvez o mais famoso, ficou conhecido pelo nome de «sinal Wow!»¹⁵ e foi apanhado pelo radiotelescópio «Big

Ear» da Universidade Estatal de Ohio, em 1977. Foi um sinal que durou 72 segundos, nunca voltou a ser observado e cuja proveniência constitui ainda um mistério por explicar. Mas não conseguir explicar não constitui evidência de coisa nenhuma! O que se procura são indícios claros e inegáveis

de inteligência extraterrestre, e esses ainda não existem. Mas, na imensidão do tempo que governa a história do Cosmos, a nossa espécie é muito jovem e ainda está a dar os primeiros passos nas suas explorações espaciais. Há que avançar pacientemente e continuar a busca de uma resposta a estas questões

prementes: há vida noutros planetas? existem civilizações extraterrestres? É difícil imaginar as profundas implicações sociais que teria a descoberta da existência de outros seres inteligentes algures no Cosmos.

Para saber mais sobre a actual procura de inteligência extraterrestre, ver o «site» do Instituto SETI, em <http://www.seti.org>. Um programa no qual o leitor poderá participar, contribuindo com o seu computador pessoal para ajudar a analisar o enorme volume de dados recolhidos pelo radiotelescópio de Arecibo é o programa «SETI em casa» da Universidade de Berkeley: <http://setiathome.berkeley.edu>.

Vive-se, hoje, uma época de intensa exploração espacial: descobrem-se planetas extra-solares a um ritmo crescente¹⁶; acaba de ser detectada¹⁷ a presença de um composto orgânico, o metano, num planeta (catalogado com o nome HD 189733b) a 63 anos-luz da Terra, uma pequena mas muito importante confirmação de que planetas de outros sistemas solares não são assim tão diferentes dos planetas do nosso próprio sistema solar; a sonda Cassini-Huygens continua uma intensa exploração de Titã, a maior das luas de Saturno¹⁸; as sondas robóticas *Spirit* e *Opportunity* continuam a sua exploração de Marte, iniciada há já 4 anos¹⁹; aguardam-se ansiosamente os resultados das análises da sonda Phoenix que acaba de aterrar no ártico marciano, procurando, entre outras coisas, possíveis sinais de vida (microscópica)²⁰. Será que se vai detectar vida em Titã ou em Marte? Será este o século em que se detectarão os primeiros sinais claros de vida inteligente extraterrestre? É obviamente impossível saber: há que continuar a tentar, pois sem tentar é um pouco mais difícil descobrir a resposta, e há que aguardar pacientemente. Pelo menos temos um excelente modo de iniciar uma conversa: os números. E num primeiro encontro, os primos poderão ajudar a «quebrar o gelo»...**M**



¹⁴<http://en.wikipedia.org/wiki/SETI>

¹⁵http://en.wikipedia.org/wiki/Wow!_signal
<http://www.bigear.org/wowmenu.htm>

¹⁶<http://exoplanet.eu>

¹⁷<http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/2008/11>

¹⁸<http://www.esa.int/esaMI/Cassini-Huygens>
<http://saturn.jpl.nasa.gov>

¹⁹<http://marsrovers.jpl.nasa.gov/home/index.html>

²⁰<http://www.nasa.gov/phoenix>

<http://www.phoenix.lpl.arizona.edu>. Espero que na altura em que o leitor leia estas palavras haja já alguns resultados...