
LEIBNIZ E A CRIAÇÃO DA NUMERAÇÃO BINÁRIA

Leibniz and the Creation of the Binary Number System

Tarcisio Zandonade (1)

(1) Universidade de Brasília (UnB), Brasil, tar.zan@unb.br

Resumo

Esta pesquisa foi motivada por uma citação encontrada em *Explanation de l'arithmétique binaire*, trabalho seminal do sistema de numeração binária por Leibniz. Essa citação faz referência à correspondência entre Bouvet e Leibniz na qual se especula a existência de vestígios da aritmética binária na cultura chinesa. Após serem recuperadas do site “Leibniz-Bouvet Correspondence”, identificadas de A a O, essas quinze (15) cartas foram traduzidas do inglês para o português. Foram investigadas as principais ações, teorias e opiniões dos dois correspondentes. Na Carta H, Leibniz apresenta a Bouvet sua descoberta da aritmética binária, explicando-a em detalhes. Aqui ele discute a teoria de que, no sistema dual, *Um (1)* representa *Deus*, e *Zero (0)* representa *Nada*, sendo assim uma imagem da Criação divina *ex nihilo (imago creationis)*. Em resposta, na Carta I, Bouvet descreve a paridade entre a aritmética binária e os caracteres do *I Ching*, explicando que a tabela de números binários de Leibniz corresponde inteiramente aos *gua*, de forma semelhante às linhas inteiras (—) e quebradas (— —) do *I Ching*; e sugere estender a tabela de 32 para 64 *gua*, como no *I Ching*. Os caracteres chineses do *I Ching* são explicados por Bouvet, que acredita que sejam derivados de hieróglifos egípcios. A série de cartas traz outras informações pertinentes ao trabalho de Leibniz como a introdução do conceito de ‘*Characteristica Universalis*’ e de *mônada* (Carta L) e o relato sobre a progressão do desenvolvimento do sistema binário (Cartas M e O). A originalidade desta pesquisa consiste na tradução do inglês para o português de toda a correspondência entre Leibniz e Bouvet e na análise inicial dos paralelos entre conceitos desenvolvidos por Leibniz na Europa com o *I Ching* tradicional da cultura chinesa. Este trabalho pode desencadear pesquisas adicionais, especialmente sobre ‘*organização do conhecimento*’ proposta por Leibniz, e a semelhança entre sua enciclopédia universal e a Internet.

Palavras-chave: Aritmética Binária; Diádico; ‘*Characteristica Universalis*’; Caracteres Chineses; *I Ching*

Abstract

This research was motivated by a citation found in *Explanation de l'arithmétique binaire*, Leibniz's seminal work on the binary number system. This citation references the correspondence between Bouvet and Leibniz in which they speculate about the existence of traces of binary arithmetic in Chinese culture. After being retrieved from the "Leibniz-Bouvet Correspondence" website, identified from A to O, these fifteen (15) letters were translated from English to Portuguese. The main actions, theories and opinions of the two correspondents were investigated. In Letter H, Leibniz presents his discovery of binary arithmetic to Bouvet, explaining it in detail. Here he discusses the theory that, in the dual system, *One (1)* represents *God*, and *Zero (0)* represents *Nothing*, thus being an image of divine Creation *ex nihilo (imago creationis)*. In response, in Letter I, Bouvet describes the parity between binary arithmetic and the characters of the *I Ching*, explaining that Leibniz's table of binary numbers corresponds entirely to the *gua*, similar to the whole (—) and broken (–) lines of the *I Ching*; and suggests an extension of the table from 32 to 64 *gua*, as in the *I Ching*. The Chinese characters of the *I Ching* are explained by Bouvet, who believes them to be derived from Egyptian hieroglyphics. The series of letters bring other information relevant to Leibniz's work like the introduction of the concept of 'Characteristica Universalis' and the monad (Letter L) and the report on the progress of the development of the binary system (Letter M and O). The originality of this research consists in the translation from English to Portuguese of all correspondence between Leibniz and Bouvet and the initial analysis of the similarities between the concepts developed by Leibniz in Europe and the *I Ching* of traditional Chinese culture. This work can trigger further research, especially on the 'organization of knowledge' proposed by Leibniz, and the similarity between his universal encyclopedia and the Internet.

Keywords: Binary Arithmetic; Dyadic; 'Characteristica Universalis'; Chinese characters; *I Ching*

1 Introdução

Este artigo pretende descrever a correspondência ocorrida entre Gottfried Wilhelm Leibniz e Joachim Bouvet, missionário radicado no império chinês, evidenciando os relatos sobre o desenvolvimento do sistema binário de numeração e a similaridade desse sistema com elementos da cultura chinesa tradicional.

Leibniz é considerado um dos maiores pensadores dos séculos XVII e XVIII. Entre suas contribuições mais notáveis à matemática estão o cálculo diferencial e integral, a estatística e o sistema de numeração binário. Um relato exhaustivo das realizações de Leibniz pode ser encontrado na obra Bertrand Russell (Russell, Bertrand. *A History of Western Philosophy*, p. 581–596).

O trabalho do polímata alemão também teve grande relevância no campo da filosofia, onde serviu como uma ponte entre o mundo antigo e o moderno. Gottfried Wilhelm Leibniz, René Descartes e Baruch Spinoza são os três grandes racionalistas dos séculos XVII–XVIII. As ideias filosóficas de Leibniz partem da neoescolástica, que mais tarde ele abandonou afirmando que essa corrente estava sendo ensinada em "escolas triviais" (*trivial schools*). Neste âmbito, Leibniz teve

diversas polêmicas com as obras de Descartes e Spinoza. Mais tarde, sua filosofia avançou em direção à lógica moderna e à filosofia analítica.

Sua vasta bibliografia é integrada por milhares de cartas – que, na história da ciência, deram origem aos artigos de periódicos – e manuscritos, enviadas aos grandes cientistas da época, entre outros, o padre francês Nicolas Malebranche (1638–1715) e Antoine Arnauld (1612–1694), teólogo católico-jansenista, filósofo e matemático. De modo especial, para o presente trabalho, Leibniz manteve intensa correspondência com os cinco padres franceses enviados à China em 1683 pelo rei da França Luiz XIV para integrar uma missão cujo objetivo era concluir uma expedição científica nas Índias e na China. Os cinco padres jesuítas franceses acabaram permanecendo na China, aonde chegaram no mês de fevereiro de 1688. Foram os seguintes: o Superior Jean de Fontaney (1643–1710), Joachim Bouvet (1656–1730), Jean-François Gerbillon (1654–1707), Louis-Daniel Le Comte (1655–1728), e Claude de Visdelou (1656–1737). Acompanhou-os também o padre jesuíta francês Guy Tachard (1648–1712), que permaneceu em Sião. (Pagani, Catherine Mary. *Eastern magnificence & European Ingenuity: Clocks of Late Imperial China*. Ann Arbor, MI: University of Michigan, 2001, p. 182.)

2 Descoberta da Numeração Binária

A correspondência mais intensa com os missionários jesuítas franceses deu-se entre Leibniz e Bouvet durante a permanência do último em Pequim, no final do século XVII e início do século XVIII. Essa correspondência é muito reveladora das circunstâncias em que Leibniz, em contato epistolar com Bouvet, veio a revelar para o Ocidente os princípios da numeração de base binária. Este conhecimento não somente veio a integrar a metafísica leibniziana, como estabeleceu-se como *o fulcro que possibilitou toda a tecnologia atual da informática e da cibernética*.

A importância dessa correspondência é revelada em um trecho do ensaio «Explication de l'Arithmétique binaire, qui se sert des seuls caracteres 0 et 1, avec de remarques sur son utilité, et sur ce qu'elle donne les sens des anciennes figures Chinoises de Fohy.» Paris: *Mémoires de Mathématique et de Physique de l'Académie Royale des Sciences*, Académie Royale des Sciences, 1703. 0010–4781, obra seminal do desenvolvimento da numeração binária por Leibniz ⁽¹⁾. A

ZANDONADE, Tarcisio. Leibniz e a Criação da Numeração Binária. *Brazilian Journal of Information Science: research trends*, vol.18, publicação contínua, 2024, e024039. DOI: 10.36311/1981-1640.2024.v18.e024039.

citação faz referência a uma das cartas recebidas do padre Joachim Bouvet, S.J., em resposta a uma indagação que Leibniz lhe fizera sobre a possibilidade de ter sido usada a numeração binária na cultura chinesa:

Há pouco mais de dois anos enviei ao Reverendo Padre Bouvet, o célebre jesuíta francês que vive em Pequim, o meu método de contar por 0 e 1, e ele não demorou muito em reconhecer que esta é a chave para as Figuras de Fuxi. Escrevendo-me em 14 [a data correta é 4] de novembro de 1701, enviou-me a grande Figura deste príncipe filosófico, que vai até 64; e não deixa mais margem para duvidar da veracidade da nossa interpretação, de modo que se pode dizer que este Padre decifrou o Enigma de Fuxi, com a ajuda do que eu havia comunicado a ele. E como estas Figuras são talvez o mais antigo monumento da ciência que existe no mundo, esta recuperação do seu significado, após tão grande intervalo de tempo, parecerá ainda mais curiosa. [*Explicação da Aritmética Binária...* p. 23]

Nesse mesmo ensaio, no último parágrafo, Leibniz “sugere que ainda pode haver algo considerável [nos caracteres] na relação dos números com as ideias, se alguém pudesse desenterrar os fundamentos da escrita chinesa, ainda mais como se acredita na China que foram levados em conta os números ao estabelecer [esta escrita].” Além disso, revela-se que o “Reverendo Padre Joachim Bouvet está muito inclinado a pressionar este ponto, e é muito capaz de ter sucesso de várias maneiras.” Leibniz, finalmente, nesse ensaio, aproveita para divulgar um de seus projetos utópicos que nunca foi por ele concluído, com o nome de “*Characteristica Universalis*”. (O documento que possui um tratamento significativo sobre a “*Characteristica Universalis*” é a tese de doutorado de Hans Georg Schulte-Albert. *Leibniz's Plans for a World Encyclopaedia System*. School of Library Science. Case Western Reserve University. June, 1971, 264 p.). O matemático alemão se pergunta sobre a viabilidade de tal projeto e explica que, se possível, esta “*Characteristica*” poderia fazer com que “qualquer raciocínio que se pode obter de noções, poderia ser obtido de seus caracteres [chineses] de uma forma de cálculo, que seria um dos meios mais importantes de ajudar a mente humana.” (Leibniz p. 223-227)

Na bibliografia do Pe. László Polgár (*Bibliographie sur l'histoire de la Compagnie de Jésus (1901-1980)*, v. 1. Toute la Compagnie, de László Polgár, S. J., 1981) há seis referências a trabalhos resultantes de estudos baseados na correspondência entre Leibniz e Bouvet, registrados na Bibliografia Seletiva sobre os Diádicos.

O primeiro desses seis trabalhos é o de Aiton, E. J.; Shima, Eikoh. Gorai Kinzo's study of Leibniz and the "I Ching" hexagrams. *Annals of Science*, v. 38, p. 71-92, 1981. Acompanha este estudo um suplemento: Aiton, E. J. An unpublished letter of Leibniz to Sloane, p. 103-107.

Nesse estudo, Gorai Kenzo relata que quando Bouvet descobriu a relação entre a aritmética binária e os hexagramas do *I Ching*, ele enviou para Leibniz um diagrama de madeira do arranjo de Fu-Hsi, o qual fornece a chave para esta analogia. Gorai Kenzo publicara anteriormente este diagrama em um estudo da interpretação de Leibniz do *I Ching* e o Confucianismo. Esse estudo forneceu, ainda que indiretamente, a principal fonte para os relatórios de Hellmut Wilhelm: Leibniz and the *I Ching*, *Collectanea Commissionis Synodalis in Sinis*, 16 (1943), p. 205–219; e Joseph Needham: *Science and Civilisation in China*, 1954–presente. No entanto, esse trabalho pioneiro da interpretação dos hexagramas de Leibniz é virtualmente desconhecido. Até mesmo o relato de Needham, que o salvou da obscuridade completa, contém uma ou duas imprecisões, repetidas por Zacher em sua monografia sobre aritmética binária de Leibniz (Zacher, Hans J. *Die Hauptschriften zur Dyadik von G. W. Leibniz*. Ein Beitrag zur Geschichte des binären Zahlensystems. 1973. ISBN 978-3-465-00998-6).

Logo depois de receber a interpretação de Bouvet dos hexagramas do *I Ching* como números binários, Leibniz comunicou essa aplicação de sua aritmética binária a Hans Sloane, numa carta, publicada por E. J. Aiton, como suplemento em seu trabalho em colaboração com Shima, Eikoh. Gorai Kinzo's study of Leibniz and the "I Ching" hexagrams. (Aiton, E. J. "An unpublished letter of Leibniz to Sloane." *Annals of Science*, vol. 38, n.º 1, 1981, p. 103-107.)

A seguir, transcreve-se a tradução para o português dessa carta, na parte concernente à interpretação da equivalência entre os hexagramas do *I Ching* e a descoberta da aritmética binária:

Geralmente participo de atividades teóricas. A aritmética mais simples é fundada na progressão binária, que eu acho que não é desconhecida para os outros também (embora talvez menos usada do que por mim) na qual nenhum caractere além de 0 e 1 aparece. Comuniquei isso ao Reverendo Padre Bouvet, o jesuíta, que retornou à China: ele descobriu que os algarismos de Fohy, o antigo rei-filósofo da China, são os mesmos que minha Tabela adjacente continuada para 64. É suficiente considerar o assunto nos oito algarismos de linhas, observando apenas que — ou uma linha contínua representa 1, e – – uma linha quebrada no meio representa 0. Agora, os oito algarismos de Fohy, que são considerados fundamentais pelos chineses, e que consistem em três linhas, como os 64 de seis linhas, são assim... Tanto os oito quanto os 64 algarismos de linhas serão

encontrados na edição de Paris de Confúcio, apenas a ordem dos 64 algarismos é perturbada.

Assim, temos a solução de um quebra-cabeça que os chineses não entenderam por mais de um milênio e, tendo perdido seu verdadeiro significado, inventaram interpretações selvagens.

(Tradução do autor, a partir da versão inglesa de Aiton.)

É importante recordar que, na primeira década deste terceiro milênio, duas traduções para o português de “Explication de l’Aritmétique binaire” foram publicadas em revistas científicas:

Lopes, Frederico José Andries. Leibniz e a aritmética binária. *Revista Brasileira de História da Matemática*, ISSN 1519-955X, v. 11, n. 22, (outubro, 2011 -- março, 2012), p. 89-94.

Garbi, Gilberto. Leibniz e nosso mundo digital. RPM 84 -- Responsável: Sergio Roberto Nobre, UNESP, Rio Claro. Tradução do ensaio por Renate Watanabe apensado ao artigo.

Na introdução do seu artigo, Lopes afirma: “Mais do que toda sua filosofia, mais do que sua Monadologia, que tanto prezava, sua *Explication de l'arithmétique binaire* apresenta de forma simples e vibrante as bases da moderna Ciência da Computação, do funcionamento dos computadores digitais e dos onipresentes telefones celulares.” Já Garbi informa que Leibniz, “curioso em pesquisar as principais características de tal sistema [numeração binária] e descobrir como realizar nele as operações básicas da aritmética, sentou-se e produziu, em latim, um manuscrito de poucas páginas, denominado “De Progressione Dyadica”. Esse manuscrito encontra-se transcrito no site “PHILIUM – The Philosophy of Leibniz in Light of his Unpublished Mathematical Manuscripts” juntamente com outros pequenos textos de Leibniz sobre a aritmética binária:

De Progressione Dyadica

[LH 35, III B 2, Bl. 1-4]

Periodus numerorum

[LH 35, XII, 1, Bl. 190-191]

Tentata Expressio Circuli Per Progressionem Dyadicam

[LH 35, XII, 2, Bl. 97]

Diophantea seu Arithmetica figurata absoluta methodo dyadica

[LH 35, III, A 16, Bl. 27 1 S.]

Appropinquo Circuli Per Radices Dyadice Expressas

[LH 35, III, 3a, 25 Bl., 11. 1 S.]

Notae Ad Arithmeticam Et Dyadicam
 [LH 35, IV, 12, Bl. 3]
Summa seriei binariae

O Apêndice deste trabalho contém uma nova tradução de *Explication de l'arithmétique binaire*, incluída para auxiliar na análise das cartas.

3 Correspondência entre Leibniz e Bouvet

A principal fonte em que Leibniz descreve ou menciona sua invenção da numeração binária é a sua correspondência com o padre jesuíta francês, Joachim Bouvet, S.J., assessor científico e religioso do Imperador da China, Kangxi. Como a bibliografia de Leibniz conta com uma infinidade de cartas, dirigidas aos mais diferentes amigos, filósofos, cientistas (filósofos naturais) e matemáticos, é provável que este assunto tenha sido pelo menos mencionado em algum outro documento de sua autoria. Este trabalho contemplará somente as quinze (15) cartas da correspondência entre Leibniz e Bouvet, de 18 de outubro de 1697 a 3 de dezembro de 1707, identificadas com as letras maiúsculas de A até O, em particular as missivas com informações relevantes acerca do desenvolvimento da numeração binária. Essas quinze (15) cartas da *Correspondência entre Leibniz e Bouvet*, traduzidas para o português por este autor, podem ser encontradas no link:

https://www.academia.edu/125607442/Correspond%C3%Aancia_entre_Leibniz_e_Bouvet

3.1 Carta B – 02/12/1697 – Leibniz a Bouvet (AA I xiv: N. 470)

Esta carta contém a primeira menção de Leibniz a Bouvet da possibilidade de estabelecer uma "Characteristica Universalis", uma forma de linguagem ou sistema simbólico que pudesse ser usada para expressar verdades abstratas de maneira universal, sem depender de línguas específicas.

3.2 Carta H – Brunswick, 15/02/1701 – Leibniz para Bouvet (AA I xix: N. 202)

A primeira das quinze (15) cartas em que é mencionado o sistema numeral binário é a Carta H, de Leibniz endereçada a Bouvet, escrita de Brunswick, em 15 de fevereiro de 1701. Nessa carta, Leibniz registra que não se lembrava de já ter mencionado “o novo cálculo numérico que inventei, não para uso comum, mas para a teoria da ciência, pois abre um vasto campo para novos teoremas

e, acima de tudo, este cálculo dá uma representação admirável da Criação.” Alan Berkowitz e Daniel J. Cook, autores das anotações a estas cartas, informam que Leibniz, ainda que de forma independente, não foi o primeiro a usar a aritmética binária. Na nota 12, informam que “Juan Caramuel y Lobkowitz (1606-1682) foi “o primeiro a publicar exemplos específicos de representações de números de base 2. Caramuel y Lobkowitz também tratou das bases 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12 e 60. A publicação de Lobkowitz passou despercebida, e [Leibniz] descobriu o sistema binário de forma independente, por conta própria. Nesta mesma nota 12, esses comentaristas acrescentam que “Leibniz discutiu, e também concebeu outros sistemas numéricos além da base padrão 10 ou sistema decimal, como, por exemplo, os sistemas de base 12 e 16, mencionados posteriormente nesta carta.”

A partir deste ponto, Leibniz descreve as vantagens do sistema diádico, em que “todos os números são escritos pela mistura da unidade e do zero, quase a mesma coisa que todas as criaturas que vêm exclusivamente de Deus e do Nada” (*imago creationis*). Sobre este tema da teologia, ele acrescenta que, como em Santo Agostinho e outros neoplatônicos, o sistema binário prova a teoria do Bem e do Mal, sendo que o “Mal”, para esta corrente, é nada mais do que a ausência do “Bem”.

Em seguida, Leibniz faz uma longa explicação do sistema numeral binário, acentuando suas vantagens em relação ao sistema numérico decimal. Ao final dessa explicação, o matemático alemão informa a Bouvet que “[meu] seu objetivo principal tem sido fornecer-lhe uma nova confirmação da religião cristã no que diz respeito ao assunto sublime da Criação, por uma base que, em minha opinião, terá grande peso entre os filósofos da China e talvez para o próprio Imperador, que ama e entende a ciência dos números,” e, na forma de uma peroração auto promovedora, solicita que a sua descoberta matemática seja dedicada ao Imperador Chinês.

3.3 Carta I – 04/11/1701 – Bouvet a Leibniz

Depois das gentilezas – na forma costumeira da correspondência de sua época – e das notícias políticas iniciais sobre os últimos acontecimentos, a carta I, de 4 de novembro de 1701, prossegue com a introdução ao assunto de maior interesse, que Leibniz demonstrara em sua Carta H, de 15 de fevereiro desse mesmo ano:

Outros aspectos à parte, eu falo aqui apenas da tabela numérica à qual Vossa Senhoria une à progressão geométrica dupla, algo que o chinês escolheu como o

mais simples de todos e que contém a mais perfeita harmonia. E para mostrar a Vossa Senhoria, Senhor, que esta tabela, sem mudar nada nela, é a mesma que o sistema do *gua* [isto é, 卦] ou pequenas linhas de Fuxi, o príncipe dos filósofos da China, eu pergunto de Vossa Senhoria três coisas que certamente me concederá sem dificuldade:

I. Bouvet pede a Leibniz “para estender sua tabela numérica... até o sexto grau desta mesma progressão... para o número 63, uma vez que 63 junto com o zero... faz 64.”

II. “que todos os zeros... sejam transformados em tantos [símbolos] divididos... (– –) e que toda a sua tabela seja composta apenas de pequenas linhas inteiras (—) ou divididas (– –), como as de Fuxi.”

III. “corte sua tabela em duas metades, cada uma contendo 32 fileiras de seis pequenas linhas inteiras ou divididas, e as organize ao lado uma da outra como duas colunas, de tal maneira que as duas extremidades que se encontraram antes da divisão estejam em posição de oposição.”

Bouvet continua explicando a Leibniz a estrutura e o conteúdo da Figura do Hexagrama. O padre jesuíta conclui que “sua tabela numérica é absolutamente a mesma que a usada por Fuxi.” Ao concluir sobre a paridade entre os números binários de 0 a 63 (= 64), Bouvet alerta que a numeração binária “...não deve passar como uma nova ciência, pelo menos na China...”, pelo que os eruditos da Europa (inclusive Leibniz) não podem invocar o fato de terem descoberto a paridade entre a numeração binária e os hexagramas do *I Ching*! Em seguida, o sacerdote ameniza a conclusão apresentada a Leibniz, afirmando que tem “a alta estima em que tenho mantido sua pessoa”!

O assunto tratado em seguida é sobre o projeto cogitado por Leibniz de uma *Characteristica Universalis* para retratar o pensamento com os mesmos caracteres da língua chinesa, que Bouvet acredita que esses caracteres chineses tenham os mesmos significados dos antigos hieróglifos e os caracteres da Cabala dos Hebreus, ainda que os chineses contemporâneos não entendam mais os símbolos do Hexagrama do *I Ching*, cujos *cova* são sumariamente interpretados em seis passos pelo missivista. O missionário prossegue, primeiramente, interpretando os caracteres chineses do nome Fuxi:

...O primeiro hieróglifo, *fu* [isto é, 伏] é composto de dois outros caracteres, sendo *ren* (homo) [isto é, 人] e *quan* (canis) [isto é, 犬], como se dissesse homo-canis, sive canina sagacitate in venandis et perquirendis rerum omnium causis et principiis [isto é, homem-cão, ou com sabedoria canina em caçar e buscar a verdade de todas as causas e primeiros princípios] ...

O segundo caractere *xi* 義 significa vítimas, um termo que leva a compreender que Fuxi era um sacrificador ou sumo sacerdote, e que era ele quem ditava as regras para os sacrifícios e para o culto religioso. Além de seu nome comum, nos livros ele também recebe o título de *Tai hao* [isto é, 太昊, “brilho máximo”]...

A longa interpretação que Bouvet faz dos caracteres chineses dos Hexagramas do *I Ching* poderá ser compreendida mediante um intenso estudo do próprio texto da Carta I. Além disto, os autores dos comentários acrescentam uma elevada gama de informação, da qual não se pode preterir para se entender adequadamente a complexa explicação. [Ver, de modo especial, as Notas da Carta I: 1, 3 e 4 (sobre a numeração binária); 2 (sobre o *I Ching*); 8, 9, 10, 11, 13, 15, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29 e 30 sobre os caracteres chineses].

Prudentemente, o sacerdote jesuíta Bouvet responde que a “maravilhosa descoberta sobre os números, – juntamente com a prova de que Vossa Senhoria extrai dela [o argumento] para estabelecer o dogma da Criação, – necessita esperar por algum momento favorável para falar sobre isto ao Imperador, que há alguns anos se satisfaz com o que ele desejava saber sobre a teoria de nossas ciências, e já não nos mostra a mesma prontidão como antes para conversar com ele sobre estes tipos de coisas.” Avisa também ao matemático que vai “trabalhar com dois dos seus [meus] companheiros... e com o padre Thomas num mapa topográfico... feito [fizemos] para o Imperador, ... de [Nan-] *hai tzu* [isto é, 南海子] ...”

Quando parecia que Bouvet estava para encerrar a carta, ele inicia um longo estudo sobre os caracteres antigos (4.500 anos a. C.) da China que ele chama de “hieroglifos”, por acreditar que esses caracteres chineses antigos tinham uma ligação com os hieroglifos egípcios. Nesta pesquisa sobre os caracteres chineses antigos, o missionário busca conciliar os fundamentos das religiões monoteístas (judaísmo, islamismo e cristianismo) com os fundamentos da religião chinesa, descrita nos livros mais antigos da China, entre estes, em primeiro lugar, o *I Ching*. Assim ele alerta o destinatário:

Antes de terminar esta carta que eu acho duas vezes muito longa para o que ela contém, Vossa Senhoria talvez não fique aborrecido ao ver a análise de vários dos hieroglifos que foram usados por mais de 4.500 anos pelos filósofos deste Oriente para denotar o ser soberano que conheciam pelo menos tão claramente quanto os outros filósofos de todas as outras nações, exceto os cristãos e os judeus. Estes hieroglifos serão a evidência disto, que pode passar como prova

para pessoas que são competentes para julgar este tipo de coisa, como Vossa Senhoria.

Bouvet encerra sua carta com uma súplica a Leibniz para que não lhe negue as suas próprias valorosas “intuições” sobre os assuntos que acabam de discutir.

3.4 Carta J – 18/05/1703 – Leibniz a Bouvet – (AA I xxii: N. 218)

Nesta carta de 18 de maio de 1703, Leibniz acusa recebimento da carta de Bouvet, datada de Pequim, em 4 de novembro de 1701, que lhe foi entregue em 1º de abril de 1703 pelos cuidados do Padre Gobien. O principal assunto abordado nesta missiva é a relação da aritmética binária com o modelo de Fuxi, que com mais de 4.000 anos, corresponde perfeitamente ao novo sistema de numeração. Quanto ao cálculo diádico que faz uso apenas do Nada e da Unidade, a correspondência indica que Bouvet teria percebido um dos seus principais usos para a religião (*imago creationis*).

A seguir, Leibniz afirma suspeitar que Fuxi atribuiu os 64 números aos termos mais básicos, dando a cada um seu próprio caráter e número ou classificação. A partir desses termos e caracteres simples, ele formou outros adicionando pequenos traços. Com o tempo, os caracteres foram alterados pelo uso popular e por adaptações sem conhecimento da lógica original. O matemático também afirma que gostaria de saber o significado dos caracteres chineses anexados a cada número no modelo de Fuxi e pede que Bouvet lhe envie a explicação ou mesmo um dicionário impresso contendo as definições.

3.5 Carta L – 24/07/1704 – de Leibniz a Bouvet – (AA I xxiii: N. 422)

Leibniz acusa o recebimento da carta anterior de Bouvet, “em que falou com tanta sabedoria dos hieroglifos e, em particular, dos caracteres lineares de Fuxi que correspondem tão bem à minha aritmética binária” e informa que continua a pesquisar a numeração binária, pois se adapta melhor aos desenvolvimentos da matemática e da filosofia.

Em seguida, o matemático faz nova defesa do conceito da “*Characteristica Universalis*”, com a qual “justifica[o] rigorosamente todas as proposições” apresentadas [“inclusive o sistema de ‘mônadas’”], “e isto é feito por uma maneira de cálculo de plausibilidade universal, pressupondo apenas um pequeno número de axiomas.”

Leibniz, como de costume, faz múltiplos e insistentes pedidos aos destinatários de suas cartas. Foi dessa maneira, ao escrever à maioria dos inventores, cientistas, filósofos do seu tempo, que ele se apoderou dos mais amplos conhecimentos que o estimularam a elaborar um “sistema mundial enciclopédico”. São os seguintes os pedidos relacionados nesta carta:

- (1) Algumas coisas que podem ser obtidas enquanto espero por algo melhor (sic!) (ou seja, a pesquisa sobre os caracteres chineses antigos);
- (2) A mesma coisa ao Pe. Visdelou, a quem transmite seus cumprimentos (através de Bouvet);
- (3) Boas observações entre eles [isto é, os chineses] em física, medicina e mecânica que seriam úteis para nós, para não falar de história, geografia e línguas;
- (4) As antigas observações astronômicas, já solicitadas em correspondência anterior;
- (5) Informação “sobre línguas específicas nas diferentes províncias da China e da Coréia”;
- (6) O Pai Nosso e algumas palavras deles [chineses], em chinês e coreano;
- (7) Informação aprofundada sobre a história chinesa antiga, com a indicação das fontes que a sustentam.

Nesta breve missiva, Leibniz encerra ao informar ao padre Bouvet que estava esperando demonstrar seu sistema de “mônadas”, “substâncias simples que tudo constituem e, sem depender umas das outras, trabalham juntas em virtude da harmonia que seu Criador comum preestabeleceu em suas naturezas.”

3.5 Carta M – 18/08/1705 – de Leibniz a Bouvet – (AA I xxv: N. 24)

Nesta carta, Leibniz começa por perguntar a Bouvet se “fez mais progresso em [seu trabalho] com os caracteres e a filosofia chinesa”, para em seguida perguntar se o padre já teria indagado ao Imperador se ele não teria ficado contente ao saber da concordância entre a aritmética binária com os antigos caracteres chineses, e que ele poderia “considerar a importante analogia entre as origens de todos os números de 1 e 0, e a origem de todas as coisas de Deus e do Nada”. Leibniz aqui repete os mesmos pontos que apresentou anteriormente nas Cartas H e J e demonstra interesse em divulgar seu sistema binário, conforme reportado ao Pe. Bouvet:

Lembro-me de ter feito a Vossa Reverência várias perguntas, entre outras sobre as doenças predominantes na China, e entre estas se o escorbuto e algumas doenças novas para a Europa são frequentes aí [na China]. Vossa Reverência faria a gentileza de responder a estas perguntas quando seu lazer o permitir?

Minha aritmética binária está avançando pouco a pouco na Europa, depois de introduzi-la aí; e espero que proporcione um grande avanço para a ciência dos números e também para a geometria que depende disto.

O filósofo alemão informa estar escrevendo ao Pe. Visdelou e mandando para ele “uma cópia dos caracteres do lado convexo de um espelho côncavo de metal encontrado na Sibéria”, para que ele veja se têm relação com os caracteres chineses antigos ou modernos, ou com os caracteres tártaros. Repete a indicação, o que já havia feito na Carta J, de “dicionários chinês-português ou chinês-espanhol que se encontram em Berlim”, que poderão eventualmente ser encontrados em Pequim ou nas Filipinas.

Depois de assinar esta correspondência, Leibniz acrescenta um longo *post scriptum* que remete a assuntos noticiados, e pedidos feitos em cartas anteriores. Neste *post scriptum* destaca-se apenas o parágrafo que esclarece a posição final de Leibniz sobre a natureza dos caracteres.

3.6 Carta O – 03/12/1707 – de Leibniz para Bouvet

Nesta carta, que consta como sendo a última da série de correspondências, Leibniz acusa o recebimento de dezesseis (16) livros chineses e pergunta “o que estes livros contêm” e informa estar enviando uma carta endereçada a Bouvet, da parte do Sr. Bourguet, “que se dedica à pesquisa de hieroglifos.” Esse senhor viu nas *Mémoires de Trevoux* o que missionário escrevera sobre caracteres de Fuxi. Leibniz encerra a mensagem reafirmando seu interesse contínuo na pesquisa e decifração dos caracteres chineses.

4 Contribuição da tradição leibniziana para organização da informação

Leibniz, cujo gênio universal influenciou os campos da lógica, epistemologia, matemática, medicina, geologia, direito, história, linguística e teologia, entre outros, foi nomeado, em 1691, bibliotecário de Wolfenbüttel. Vários de seus planos parecem desenvolver temas de interesse central para o estudo do controle bibliográfico e da recuperação da informação. Desde a “Dissertatio de Arte Combinatoria” (1666), situada muito precocemente na cronologia de suas obras, até o desconhecido trabalho “Idea Leibniziana Bibliothecae Publicae Secundum Classes Scientiarum Ordinandae”. Uma parcela substancial de sua obra foi dedicada à elaboração de análises e de planos de organização do conhecimento humano.

A prática de Leibniz de sempre enviar seus trabalhos por meio de cartas (mais tarde viriam a ser “artigos” de periódicos) para instituições científicas, como a Royal Society de Londres, registradoras da prioridade da produção de conhecimento, não era difundida entre seus contemporâneos. Essa conduta levou à criação das instituições de controle da produção científica e ao surgimento das “bibliografias nacionais”.

Sobre o seu projeto de um “alfabeto dos pensamentos humanos” (“*Characteristica Universalis*”) existem estudos realizados recentemente. Poderá manifestar-se reveladora uma visão integral desse, com os demais planos propostos por Leibniz para a organização do conhecimento, bem como de suas propostas de lógica e de epistemologia e, até mesmo, de metafísica. O matemático parece ter tido uma visão integralizadora entre a linguagem e a matemática, pelo que seus estudos a respeito da numeração binária (“*De Dyadicis*”) podem ser vistos como fundamentais para a invenção do principal desenvolvimento tecnológico para o controle bibliográfico descritivo: a informática e a cibernética.

Por fim, sabe-se que Leibniz, no afã de buscar uma solução para o seu “alfabeto dos conhecimentos humanos”, interessou-se pela língua chinesa. Na conclusão de sua “*Explicação da aritmética binária*”, há a proposição de que os caracteres da língua chinesa, criados pelo lendário Imperador Fuxi, teriam uma íntima analogia com os números, o que, segundo esse pensador alemão, habilitaria os caracteres chineses a serem candidatos adequados para o desenvolvimento de sua “*Characteristica Universalis*”. Esse projeto não obteve êxito à época. Entretanto, como proporemos a seguir, a Internet, cuja linguagem é integralmente registrada por meio de *dígitos binários (bits)*, pode ser considerada como a conclusão do projeto leibniziano da “*Characteristica Universalis*”.

5 Leibniz e a criação do computador digital e da Internet

A criação do computador digital é o marco da nova forma de escrita, que podemos chamar de escrita digital ou escrita diádica. Do computador – uma máquina que pode ser programada para realizar automaticamente sequências de operações aritméticas ou lógicas – pode-se afirmar que teve sua concepção ainda no início do século XVIII, quando Leibniz tentou desenvolver uma calculadora com base na aritmética binária que havia descoberto. Um manuscrito do matemático

alemão, datado de 15 de março de 1679, “inclui uma breve discussão sobre a possibilidade de projetar uma calculadora binária mecânica que usaria bolas em movimento para representar dígitos binários”. (Des Herrn von Leibnitz Rechnung mit Null und Eins [*Cálculo do Sr. von Leibnitz com zero e um*]). Leibniz, entretanto, não logrou êxito em fabricar essa calculadora binária.

Assim, embora a palavra “computador” derive de “computar”, ou seja, “calcular” – como legítimo descendente das máquinas de calcular – a função primordial desse engenho consiste no processamento de textos escritos, utilizando o sistema binário de numeração para a codificação de seus programas e aplicativos.

Cerca de duzentos e quarenta anos após Leibniz ter inventado o sistema binário de numeração, o matemático, engenheiro e criptógrafo estadunidense Claude Elwood Shannon (1916–2001), em uma dissertação de mestrado, referiu-se especificamente à numeração binária. No capítulo “Somador Elétrico com a Base Dois”, ele afirma: “Um circuito deve ser projetado para somar automaticamente dois números, usando apenas relés e interruptores. Embora qualquer base de numeração possa ser usada, o circuito é bastante simplificado usando a escala de dois. Cada dígito é, portanto, 0 ou 1...” (Shannon, Claude Elwood. *A symbolic analysis of relay and switching circuits*. Degree of Master of Science. Massachusetts Institute of Technology, 1940, p. 59. Tradução nossa)

Oito anos mais tarde, em seu artigo “A mathematical theory of communication”, Shannon foi mais categórico: “A escolha de uma base logarítmica corresponde à escolha de uma unidade de medida da informação. Se a base 2 for usada, as unidades resultantes podem ser chamadas de *dígitos binários*, ou mais brevemente, *bits*, uma palavra sugerida por J. W. Tukey.” (Shannon, Claude Elwood. *A Mathematical Theory of Communication*. *The Bell System Technical Journal*, v. 27, p. 379–423, p. 623–656, julho, outubro, 1948.)

Shannon não informa, nesses dois trabalhos, como chegou ao conhecimento da numeração binária. Entretanto, pode-se afirmar que este conhecimento derivou do trabalho de Leibniz. Apesar de não ter sido o primeiro a criar a numeração binária, a correspondência do matemático alemão com os grandes cientistas e inventores de sua época, no intuito de adquirir novos conhecimentos, levou à disseminação do sistema numérico binário na comunidade acadêmica europeia do início século XVIII. Além disso, um grande mérito de Leibniz consistiu em descobrir a semelhança entre

a numeração binária e os *gua* do *I Ching*, uma forma de linguagem já estabelecida no império chinês.

Leibniz entendeu que “ainda poderia haver algo considerável nos caracteres na relação dos números com as ideias”, como Fuxi, autor do *Ensaio sobre aritmética*, percebeu ao criar esses caracteres. O projeto de *Characteristica Universalis*, “uma linguagem universal e formal, capaz de expressar conceitos matemáticos, científicos e metafísicos”, parecia intimamente ligado à relação entre os caracteres chineses e os números binários, apesar de o matemático expressar dúvidas se a escrita chinesa tinha abrangência necessária para fundamentar o projeto. Apesar desse projeto nunca ter sido concluído no seu tempo, pode-se afirmar que o computador e a Internet, inteiramente dependentes da aritmética binária, iniciaram um novo período de escrita, a que chamaremos, para usar o termo criado por Leibniz (*De diadicis*) de escrita diádica. A partir de agora, todo o conhecimento produzido pela humanidade poderá ser depositado na Internet, e qualquer cidadão, em qualquer tempo e em qualquer parte do mundo, poderá ler essa nova escrita diádica por meio de um computador ou tecnologia similar.

Leibniz não concluiu seu projeto da *Characteristica Universalis* em vida. Atualmente, entretanto, pode-se propor que a Internet, principalmente com a Wikipedia – a enciclopédia livre, realiza integralmente os “planos (de Leibniz) para um sistema de uma enciclopédia mundial”. Esta analogia pode ser comprovada mediante a seguinte equação:

A Numeração Binária está para a *Characteristica Universalis*, assim como a Numeração Binária está para a Internet, de modo especial, a Wikipedia – a enciclopédia livre.

6 Conclusão

O intuito deste trabalho é evidenciar que Gottfried Wilhelm Leibniz desenvolveu a aritmética binária percebendo paralelos entre o novo sistema e os caracteres chineses do *I Ching*, como registrado na correspondência com o missionário católico Joachim Bouvet. Esses registros mostram que, além do desenvolvimento da aritmética binária para o campo da matemática, Leibniz buscava até mesmo uma linguagem universal “para a expressão de magnitudes imensuráveis e transcendentais”. O matemático se interessou profundamente pela análise dos caracteres de Fuxi e

uma possível aplicação no seu projeto de uma “Characteristica Universalis”, ideia posteriormente descartada.

A continuação do desenvolvimento da aritmética binária por Leibniz deve estar registrada nos três outros itens publicados em seguida à *Explication de l'arithmétique binaire*, de 1701, na obra Leibniz, G. W. *Mathematische Schriften*. Herausgegeben von C. I. Gerhardt. Band VII. Die mathematischen Abhandlungen. Hildesheim / New York: Georg Olms Verlag, 1971, p. 228-235:

XXII. De dyadicis (Aus. d. Manuscript. Der Königl. Biblioth. Zu Hannover)	228
XXIII. Demonstratio, quod columnae serierum exhibentium potestates ab arithmetice aut numeros ex his conflatos sint periodicae (Aus. d. Manuscript. Der Königl. Biblioth. Zu Hannover.)	235
XXIV. Zwei Briefe Leibnizens an Joh. Ch. Schulenburg (Aus. d. Manuscript. Der Königl. Biblioth. Zu Hannover).	238.

O projeto da “Characteristica Universalis” talvez tenha tido seu epílogo com Shannon em seu artigo “A mathematical theory of communication”, materializando-se apenas com a implantação da rede mundial de computadores, a Internet. Este trabalho também pode desencadear pesquisas adicionais, especialmente sobre ‘organização do conhecimento’, aprofundando a tese de Hans Georg Schulte-Albert, agora que temos essa enciclopédia mundial desenvolvida como Internet e, de modo especial, a Wikipedia – a Enciclopédia Livre.

Notas

(1) O ensaio «Explication de l'Arithmétique binaire, qui se sert des seuls caracteres 0 et 1, avec de remarques sur son utilité, et sur ce qu'elle donne les sens des anciennes figures Chinoises de Fohy.» Paris: *Mémoires de Mathématique et de Physique de l'Académie Royale des Sciences*, Académie Royale des Sciences, 1703. 0010-4781, e outros ensaios de Leibniz sobre a aritmética binária – também denominada os “diádicos” – foram publicados, entre outras fontes, em: Leibniz, Gottfried Wilhelm. *Mathematische Schriften*. Herausgegeben von C. I. Gerhardt. Band VII. Die mathematischen Abhandlungen. Hildesheim / New York: Georg Olms Verlag, 1971, p. i-vi, p. 223-238. O sumário (*Inhalt*) deste volume está dividido em duas partes: *Initia mathematica*.

Mathesis universalis. || *Arithmetica. Algebraica*. Na primeira parte são publicados os seguintes quatro capítulos:

XXI. Explication de l'arithmétique binaire, qui se sert des seuls caracteres 0 et 1, avec des remarques sur son utilité, et sur ce qu'elle donne le sens des anciennes figures Chinoises de Fohy;

XXII. De dyadicis;

XXIII. Demonstratio, quod a columnae serierum exhibentium potestates ab arithmetice aut numeros ex his conflatos sint periodicae;

XXIV. Zwei briefe Leibnizens an Joh. Ch. Schulenburg.

[LH 35, XIII, 2a, Bl. 64 1 S.]

Referências

- Cook, Daniel. "Leibniz-Bouvet Correspondence – Translation and Annotations by Alan Berkowitz and Daniel J. Cook". *Leibniz-Bouvet Correspondence – Translation and Annotations by Alan Berkowitz and Daniel J. Cook*, leibniz-bouvet.swarthmore.edu. Acedido em 12 jul 2024.
- Correspondência entre Leibniz e Bouvet. Tradução para o português de Tarcísio Zandonade. Disponível em: https://www.academia.edu/125607442/Correspond%C3%Aancia_entre_Leibniz_e_Bouvet.
- Leibnitz, Godefroy-Guillaume. Explication de l'arithmétique binaire, qui se sert des seuls caracteres 0 et 1, avec des remarques sur son utilité, et sur ce qu'elle donne le sens des anciennes figures Chinoises de Fohy. *Memoires de l'Académie Royale des Sciences*, v. 3, p. 85-89, 1703.
- Leibniz Brasil. Disponível em: <https://leibnizbrasil.pro.br/>
- Leibniz, Gonfried Wilhelm. XXI. Explication de l'arithmétique binaire, qui se sert des seuls caracteres 0 et 1, avec des remarques sur son utilité, et sur ce qu'elle donne les sens des anciennes figures Chinoises de Fohy. In: ----, *Mathematische Schriften*. Herausgegeben von C. I. Gerhardt. Band VII. Die mathematischen Abhandlungen. Hildesheim / New York: Georg Olms Verlag, 1971, p. 223-227.
- Lopes, Frederico José Andries. Leibniz e a aritmética binária. *Revista Brasileira de História da Matemática*, v. II, n. 22, p. 89-94, 10/2011-03/2012.
- Pagani, Catherine. *Eastern magnificence & European Ingenuity: Clocks of Late Imperial China*. The University of Michigan Press, 2001, doi: eastern-magnificence-european-ingenuity-clocks-of-late-imperial-china. Acedido em 11 jul 2024.
- Rupert Hall, Alfred, *Philosophers at War: The Quarrel between Newton and Leibniz*. Cambridge University Press, 1980. doi: a.-rupert-hall-philosophers-at-war-the-quarrel-between-newton-and-leibniz. Acedido em 11 jul 2024.
- Russell, Bertrand. *A History of Western Philosophy*. New York, NY: Simon & Schuster, © 1945 & 1972.

Apêndice

XXI. EXPLICAÇÃO DA ARITMÉTICA BINÁRIA, QUE USA APENAS OS CARACTERES 0 E 1, COM ALGUMAS OBSERVAÇÕES SOBRE SUA UTILIDADE, E SOBRE A LUZ QUE LANÇA SOBRE AS ANTIGAS FIGURAS CHINESAS DE FUXI

POR G. W. LEIBNIZ

O cálculo normal da aritmética é feito de acordo com a progressão por dezenas (de dez em dez). São usados dez caracteres, que são 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, que significam zero, um e os números sucessivos até nove, inclusive. E então, ao chegar a dez, recomeça-se, escrevendo dez por 10, dez vezes dez, ou cem, por 100, dez vezes cem, ou mil, por 1.000, dez vezes mil por 10.000 e assim por diante.

Mas, em vez da progressão por dezenas, durante muitos anos usei a progressão mais simples de todas, que procede de dois em dois, tendo descoberto que é útil para o aperfeiçoamento da ciência dos números. Portanto, não utilizo nenhum caractere diferente de **0** e **1**, e, ao chegar a dois, começo novamente. É por isso que dois é aqui expresso por **10**, e duas vezes dois, ou quatro, por **100**; duas vezes quatro, ou oito, por **1000**; duas vezes oito, ou dezesseis, por **10000** e assim por diante. Aqui está a Tabela dos Números desta forma, que pode ser estendida até onde se desejar.

Figura 1 – Tabela dos Números

0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	1	0	2
0	0	0	0	0	1	1	3
0	0	0	1	0	0	0	4
0	0	0	1	0	1	0	5
0	0	0	1	1	0	0	6
0	0	0	1	1	1	0	7
0	0	1	0	0	0	0	8
0	0	1	0	0	1	0	9
0	0	1	0	1	0	0	10
0	0	1	0	1	1	0	11
0	0	1	1	0	0	0	12
0	0	1	1	0	1	0	13
0	0	1	1	1	0	0	14
0	0	1	1	1	1	0	15
0	1	0	0	0	0	0	16
0	1	0	0	0	1	0	17
0	1	0	0	1	0	0	18
0	1	0	0	1	1	0	19
0	1	0	1	0	0	0	20
0	1	0	1	0	1	0	21
0	1	0	1	1	0	0	22
0	1	0	1	1	1	0	23
0	1	1	0	0	0	0	24
0	1	1	0	0	1	0	25
0	1	1	0	1	0	0	26
0	1	1	0	1	1	0	27
0	1	1	1	0	0	0	28
0	1	1	1	0	1	0	29
0	1	1	1	1	0	0	30
0	1	1	1	1	1	0	31
1	0	0	0	0	0	0	32

etc.

Fonte: Leibniz 1971, p. 224

Aqui, um olhar torna evidente a razão de uma célebre propriedade da progressão geométrica por dois em números inteiros, que somente é válida se tivermos apenas um desses números para cada grau, podemos compor a partir deles todos os outros números inteiros abaixo do dobro do mais alto grau. Pois aqui é como se disséssemos, por exemplo, que **111**, ou 7, é a soma de quatro, dois e um, e que **1101**, ou 13, é a soma de oito, quatro e um. Esta propriedade permite aos avaliadores pesar todos os tipos de massas com poucos pesos e pode servir na cunhagem para fornecer vários valores com poucas moedas.

Figura 2 – $1+2+4=7$ / $1+4+8=13$

100	4
10	2
1	1
111	7

1000	8
100	4
1	1
1101	13

Fonte: Leibniz 1971, p. 224

Estabelecida esta expressão de números nos permite realizar com muita facilidade todo tipo de operações.

Figura 3 – As quatro operações

Pour l'Addition par exemple. $\odot$	$\begin{array}{r} 110 \\ 111 \\ \hline 1101 \end{array} \left \begin{array}{l} 6 \\ 7 \\ 13 \end{array} \right.$	$\begin{array}{r} 101 \\ 1011 \\ \hline 10000 \end{array} \left \begin{array}{l} 5 \\ 11 \\ 16 \end{array} \right.$	$\begin{array}{r} 1110 \\ 10001 \\ \hline 11111 \end{array} \left \begin{array}{l} 14 \\ 17 \\ 31 \end{array} \right.$
Pour la Sou- straction.	$\begin{array}{r} 1101 \\ 111 \\ \hline 110 \end{array} \left \begin{array}{l} 13 \\ 7 \\ 6 \end{array} \right.$	$\begin{array}{r} 10000 \\ 1011 \\ \hline 101 \end{array} \left \begin{array}{l} 16 \\ 11 \\ 5 \end{array} \right.$	$\begin{array}{r} 11111 \\ 10001 \\ \hline 1110 \end{array} \left \begin{array}{l} 31 \\ 17 \\ 14 \end{array} \right.$
Pour la Mul- tiplication.	$\begin{array}{r} 11 \\ 11 \\ \hline 11 \\ 11 \\ \hline 1001 \end{array} \left \begin{array}{l} 3 \\ 3 \\ 9 \end{array} \right. \odot$	$\begin{array}{r} 101 \\ 11 \\ \hline 101 \\ 101 \\ \hline 1111 \end{array} \left \begin{array}{l} 5 \\ 3 \\ 15 \end{array} \right.$	$\begin{array}{r} 101 \\ 101 \\ \hline 101 \\ 1010 \\ \hline 11001 \end{array} \left \begin{array}{l} 5 \\ 5 \\ 25 \end{array} \right.$
Pour la Division.	$\begin{array}{r} 15 \\ 3 \end{array} \left \begin{array}{l} 1111 \\ 1111 \\ 11 \end{array} \right. \left. \begin{array}{l} 101 \\ 101 \end{array} \right 5$		

Fonte: Leibniz 1703, p. 86.

E todas essas operações são tão fáceis que nunca haveria necessidade de adivinhar nada, como acontece na divisão comum. Não haveria mais necessidade de aprender nada de cor, como acontece no cálculo comum, onde é preciso saber, por exemplo, que 6 e 7 somados são 13, e que 5 multiplicado por 3 dá 15, de acordo com a Tabela de um vezes um é um, que é chamada de cálculo pitagórico (*tabuada*). Mas aqui, tudo isto é encontrado e se prova que é verdade, como vimos nos exemplos anteriores nas linhas $\odot$ e $\odot$.

Contudo, não recomendo esta forma de contar para introduzi-la no lugar da prática comum de contar até dez. Pois, além de estarmos acostumados com isso, não temos necessidade de decorar

o que já sabemos de cor. A prática de contar até dez é mais abreviada e os seus números não são tão longos. E se estivéssemos acostumados a avançar por doze ou dezesseis, haveria ainda mais vantagem. Mas, o cálculo por dois, isto é, por **0** e **1**, como compensação pela sua extensão, é a forma mais fundamental de cálculo para a ciência e produz novas descobertas, que, então, são consideradas úteis, até mesmo para a prática dos números e especialmente para geometria. A razão para isto é que, à medida que os números são reduzidos aos princípios mais simples, como **0** e **1**, uma ordem maravilhosa fica aparente em todo o processo. Por exemplo, na própria Tabela dos Números fica claro, em cada coluna, que ela é regida por ciclos que sempre recomeçam. Na primeira coluna é **01**, na segunda **0011**, na terceira **00001111**, na quarta **0000000011111111** e assim por diante. E pequenos zeros foram colocados na tabela para preencher a lacuna no início da coluna e para enfatizar melhor esses ciclos. Além disso, foram traçadas linhas dentro da tabela, o que mostra que o que está contido nas linhas sempre ocorre novamente abaixo delas. E ainda são descobertos os números quadrados, os números cúbicos e os de outras potências; a mesma coisa acontece para os números triangulares, os números piramidais e outros números figurados, que têm ciclos semelhantes, de modo que tabelas deles podem ser escritas imediatamente, sem calcular. E esta tarefa, demorada no início, que, então, apresenta os meios de poupar o cálculo e prosseguir até o infinito de forma regular, é infinitamente vantajosa.

O que é surpreendente neste cálculo é que esta aritmética por **0** e **1** contém o mistério das linhas de um antigo rei e filósofo chamado Fuxi, que se acredita ter vivido há mais de quatro mil anos, e a quem os chineses consideram como o fundador do seu império e das suas ciências. Existem várias figuras lineares que lhe são atribuídas, todas elas remontando a esta aritmética, mas basta apresentar aqui a Figura das Oito Cova, como é chamada, que se diz ser fundamental, e acrescentar a ela a explicação que se manifesta, desde que se perceba, em primeiro lugar, que uma linha inteira (—) significa a unidade, ou **1**, e em segundo lugar, que uma linha interrompida (— —) significa zero, ou **0**.

Figura 4 – Figura das Oito Cova

	000	0	0
	001	1	1
	010	10	2
	011	11	3
	100	100	4
	101	101	5
	110	110	6
	111	111	7

Fonte: Leibniz 1971, p. 226

Os chineses perderam o significado da Cova ou Lineamentos de Fuxi, talvez há mais de mil anos, e escreveram comentários sobre o assunto em que procuraram não sei que significados

distantes, de modo que a sua verdadeira explicação tem agora de vir dos europeus. Eis como: Há pouco mais de dois anos enviei ao Reverendo Padre Bouvet, o célebre jesuíta francês que vive em Pequim, o meu método de contar por 0 e 1, e ele não demorou muito em reconhecer que esta é a chave para as Figuras de Fuxi. Escrevendo-me em 14 [*a data correta é 4*] de novembro de 1701, enviou-me a grande Figura deste príncipe filosófico, que vai até 64; e não deixa mais margem para duvidar da veracidade da nossa interpretação, de modo que se pode dizer que este Padre decifrou o Enigma de Fuxi, com a ajuda do que eu havia comunicado a ele. E como estas Figuras são talvez o mais antigo monumento da ciência que existe no mundo, esta recuperação do seu significado, após tão grande intervalo de tempo, parecerá ainda mais curiosa.

A concordância entre as Figuras de Fuxi e minha Tabela de Números é mais óbvia quando os zeros iniciais são fornecidos na Tabela; parecem supérfluos, mas são úteis para mostrar melhor os ciclos da coluna, assim como lhes acrescentei pequenos anéis para distingui-los dos zeros necessários. E este acordo deixa-me com uma opinião elevada sobre a profundidade das meditações de Fuxi, uma vez que o que nos parece fácil agora não o foi naqueles tempos distantes. A aritmética binária ou diádica é, com efeito, muito fácil hoje em dia, exigindo pouca reflexão, uma vez que é grandemente auxiliada pelo nosso modo de contar, do qual, ao que parece, apenas o excesso é removido. Mas, esta aritmética comum por dezenas não parece muito antiga, pois, pelo menos os gregos e os romanos a ignoravam e foram privados de suas vantagens. Parece que a Europa deve a sua introdução a Gerberto, que se tornou Papa sob o nome de Silvestre II, que a herdou dos mouros da Espanha.

Ora, como se acredita na China que Fuxi é mesmo o autor dos caracteres chineses, embora estes tenham sido muito alterados em épocas posteriores, o seu Ensaio sobre Aritmética sugere que ainda pode haver algo considerável nos caracteres na relação dos números com as ideias, se alguém pudesse descobrir os fundamentos da escrita chinesa, tanto mais que se acredita na China que Fuxi teve consideração pelos números ao estabelecer esta escrita. O Reverendo Padre Bouvet está muito inclinado a insistir neste ponto, e é muito capaz de ter sucesso de várias maneiras. No entanto, não tenho certeza se alguma vez houve uma vantagem nesta escrita chinesa semelhante àquela que necessariamente tem de haver no meu projeto da *Characteristica*. É que qualquer raciocínio que se pode obter de noções poderia ser derivado dos seus caracteres por uma forma de cálculo, que seria um dos meios mais importantes de ajudar a mente humana.

Leibniz, Gottfried Wilhelm. Explicação da aritmética binária, que usa apenas 0 e 1; com observações sobre sua utilidade e sobre o que dá o sentido de antigas figuras chinesas de Fohy. Tradução do Autor, cuja publicação foi autorizada pela Georg Olms Verlag. [LEIBNIZ, Gottfried Wilhelm. XXI. Explication de l'arithmetique binaire, qui se sert des seuls caractères 0 et 1, avec des remarques sur son utilité, et sur ce qu'elle donne les sens des anciennes figures chinoises de Fohy. In: ——. *Mathematische Schriften*. Herausgegeben von C. I. Gerhardt. Band VII. *Die mathematischen Abhandlungen*. Hildesheim / New York: Georg Olms Verlag, 1971, p. 223-227.

Bibliografia seletiva sobre os diádicos

1. Aiton, E. J. "An unpublished letter of Leibniz to Sloane." *Annals of Science*, vol. 38, n.º 1, 1981, pp. 103-07, doi: <https://doi.org/10.1080/00033798100200141>. Acedido em 12 jul 2024.
2. Aiton, E. J.; Shimao, Eikoh. "Gorai Kinzo's study of Leibniz and the "I Ching" hexagrams." *Annals of Science*, v. 38, n.º 1, 1981, pp. 71-92, doi: <https://doi.org/10.1080/00033798100200121>. Acedido em 12 jul 2024.
3. Collani, Claudia von (ed.) Joachim Bouvet S. J. *Journal des voyages*. Taipei: Taipei Ricci Institute (Variétés Sinologiques New Series, 95), 2005. iv, 374 p. [Review].
4. Collani, Claudia von. *Eine wissenschaftliche Akademie für China. Briefe des Chinamissionars Joachim Bouvet, S. J. an Gottfried Wilhelm Leibniz und Jean-Paul Bignon über die Erforschung der chinesischen Kultur, Sprache und Geschichte*. Herausgegeben und kommentiert von... Stuttgart [Deutschland]: F. Steiner, 1989 80 136. (= *Studia Leibnitiana*, Sonderheft, 18).
5. Collani, Claudia von. *P. Joachim Bouvet S. J. Sein Leben und sein Werk*. Nettetal [Deutschland]: Steyler Verlag, 1985. 80 XII-270 (= *Monumenta Serica. Monograph Series*, 17).
6. Collani, Claudia von. "P. Joachim Bouvet und Gottfried Wilhelm von Leibniz." *Neue Zeitschrift für Missionswissenschaft*, v. 39, p. 214-219, 1983.
7. Cook, Daniel. "Leibniz-Bouvet Correspondence – Translation and Annotations by Alan Berkowitz and Daniel J. Cook". *Leibniz-Bouvet Correspondence – Translation and Annotations by Alan Berkowitz and Daniel J. Cook*, <https://leibniz-bouvet.swarthmore.edu/> Acedido em 12 jul 2024.
8. Correspondência entre Leibniz e Bouvet. Tradução para o português de Tarcisio Zandonade. Disponível em: https://www.academia.edu/125607442/Correspond%C3%Aancia_entre_Leibniz_e_Bouvet
9. Franzon, Carmen Rosane Pinto. *A característica universal de Leibniz: contextos, trajetórias e implicações*. 2015. 187 f. Tese - (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2015. 187 f.; il. Endereço permanente: <http://acervodigital.unesp.br/handle/11449/127773>. Fonte completa: <http://repositorio.unesp.br/handle/11449/127773>.
10. Garbi, Gilberto. Leibniz e nosso mundo digital: Leibniz, Gottfried Wilhelm. *Explication de l'arithmétique binaire*. Tradução de Renate Watanabe. RPM-84, p. 1-4, 15/11/2020. Disponível em: <https://rpm.org.br/cdrpm/84/1.html>
11. Lande, Daniel R. (2014) "Development of the Binary Number System and the Foundations of Computer Science," *The Mathematics Enthusiast*: Vol. 11: No. 3, Article 6. DOI: <https://doi.org/10.54870/1551-3440.1315> Available at: <https://scholarworks.umt.edu/tme/vol11/iss3/6>

12. Leibnitz, Godefroy-Guillaume. "Explication de l'Arithmétique binaire, qui se sert des seuls caracteres 0 et 1, avec de remarques sur son utilité, et sur ce qu'elle donne les sens des anciennes figures Chinoises de Fohy." *Mémoires de Mathématique et de Physique de l'Académie Royale des Sciences, Académie Royale des Sciences*, vol. 3, 1703, pp. 85-89.
13. Leibniz Brasil. Disponível em: <https://leibnizbrasil.pro.br/>.
14. Leibniz e seu primeiro ensaio sobre linguagem universal – a Dissertatio de Arte Combinatória. Anais Eletrônicos do 15º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia. Florianópolis, Santa Catarina, 16 a 18 de novembro de 2016, p. 1-17. Disponível em: https://www.15snhct.sbhct.org.br/resources/anais/12/1471182362_ARQUIVO_LeibnizeseuprimeiroensaiodaLinguagemUniversal.pdf.
15. Leibniz, Gottfried Wilhelm. *Mathematische Schriften*, herausgegeben von C. I. Gerhardt, Band VII. Die mathematischen Abhandlungen. Hildesheim; New York: Georg Olms Verlag, p. i-vi, p. 223-243, 1971.
16. Leibniz-Bouvet Correspondence. Letters – Bibliography. Selected Bibliography – Leibniz's Writings [26 references] – Secondary sources [22 referências]. Available at: <https://leibniz-bouvet.swarthmore.edu/>
17. Lodder, Jerry M. "Binary Arithmetic: From Leibniz to von Neumann." *Resources for Teaching Discrete Mathematics: Classroom Projects, History Modules, and Articles*. Ed. Brian Hopkins. Mathematical Association of America, 2009. 169–178. Print. MAA Notes.
18. Lopes, Frederico José Andries. Leibniz e a aritmética binária. *Revista Brasileira de História da Matemática*, [s. l.], v. 11, n. 22, p. 89–94, 2020. DOI: 10.47976/RBHM2011v11n2289-94. Disponível em: <https://rbhm.org.br/index.php/RBHM/article/view/132>. Acesso em: 13 jul. 2024.
19. Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP). Clubes de Matemática Disseminando o Estudo da Matemática. Godfried Wilhelm Leibniz. Disponível em: http://clubes.obmep.org.br/blog/b_g-w-leibniz/.
20. Pagani, Catherine. *Eastern magnificence & European Ingenuity: Clocks of Late Imperial China*. Ann Arbor, MI, The University of Michigan Press, 2001, doi: eastern-magnificence-european-ingenuity-clocks-of-late-imperial-china. Acedido em 11 jul 2024.
21. Paleo, Bruno Woltzenlogel. Chapter XYZ. Leibniz's Characteristica Universalis and calculus ratiocinator today. [\(PDF\) Leibniz's Characteristica Universalis And Calculus Ratiocinator Today | Bruno Woltzenlogel Paleo - Academia.edu](#)20.
22. Polgár, László. *Toute la Compagnie*. Institutum Historicum Societatis Iesu, 1981, archive.org/details/polgar_vol1. Acedido em 12 jul 2024.
23. Rupert Hall, Alfred. *Philosophers at War: The Quarrel between Newton and Leibniz*. Cambridge University Press, 1980. doi:a-rupert-hall-philosophers-at-war-the-quarrel-between-newton-and-leibniz. Acedido em 11 jul 2024.

24. Sampedro, Javier. "Um sistema binário inventado na Polinésia séculos antes de Leibniz." *El País*, Madrid, 16 Dic 2013.
25. Swiderski, Richard M. "Bouvet and Leibniz: A Scholarly Correspondence." *Eighteenth-Century Studies* 14 (1980): 135., vol. 14, 1980, pp. 135-50, doi:10.2307/2738331. Acedido em 12 jul 2024.
26. Widmaier, Rita. "Europa in China. Leibniz' Briefwechsel mit Joachim Bouvet. Dans: Leibniz. Tradution und Aktualitaet." *V Internationaaler Leibniz-Kongress*, Hanover 1988, p. 1017-1024.

Copyright: © 2024 ZANDONADE, Tarcisio. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons CC Attribution-ShareAlike (CC BY-SA), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, under the identical terms, and provided the original author and source are credited.

Submetido: 08/08/2024

Aceito: 12/12/2024