III CONGRESSO IBERO-AMERICANO
HISTÓRIA DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA
BELÉM – PARÁ – BRASIL
04 a 07 de novembro de 2015
ISSN 978-85-89097-68-0


# A ARITMÉTICA BINÁRIA SEGUNDO LEIBNIZ


**Carmen Rosane Pinto Franzon**[31]
**Arlete de Jesus Brito**[32]



## RESUMO

Durante sua vida, Leibniz persegue o objetivo de criar uma Linguagem universal que comunique perfeitamente o pensamento e assim permita o conhecimento de todas as coisas. Segundo ele, a viabilidade da construção de tal linguagem deriva da convicção de que todo o conhecimento tem por base um número finito de conceitos básicos ou ideias simples que podem ser identificadas e estruturadas hierarquicamente. Em sua concepção para a elaboração de tal linguagem, é necessário: chegar às ideias simples; estipular um sistema adequado de signos e estabelecer as regras lógicas para compor ideias complexas. No presente trabalho apresentamos uma pesquisa sobre a forma que Leibniz desenvolve suas pesquisas na Aritmética binária, uma materialização da busca por ideias simples e sua tradução em signos adequados. Para dar suporte a este estudo, trazemos ao debate algumas discussões de Leibniz em torno desse tema, utilizando especialmente os textos *De dyadicis* (Sobre diádica), de 15 de março de 1679 e *Explication de l'Arithmétique Binaire,* (Explicação da Aritmética binária,), de maio de 1703 e também sua correspondência com o reverendo Bouvet. Verificamos que até o fim de sua vida, Leibniz mantém sua proposta de inventar um simbolismo completo e definitivo, no entanto ele reconhece a grandiosidade deste projeto e que as dificuldades intrínsecas a ele o impedem de obter sucesso em sua busca. Mesmo assim, esse esforço contribui de forma decisiva nas ciências, especificamente em matemática, com o aperfeiçoamento da Aritmética binária. Salientamos que, na construção do presente texto, buscamos articular três esferas de análise: a historiográfica, a epistemológica e a contextual-histórica.



**Palavras chaves**: História da matemática. Aritmética binária, Linguagem universal, Leibniz.



[31] Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Campus Natal Central. E-mail: crfranzon@yahoo.com.br
[32] Docente da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Campus Rio Claro/SP. E-mail: arlete@rc.unesp.br

**Abreviaturas Utilizadas**

LC COUTURAT. L. **La logique de Leibniz: d'après des documents inédits**.
OC COUTURAT. L. **Opuscules et fragments inédits de Leibniz: extraits des manuscrits de la Bibliothèque royale de Hanovre.**
NE LEIBNIZ. G. W. **Novos Ensaios sobre o entendimento humano.**
GM GERHARDT, C.I. **Leibnizens mathematische Schriften.** (Escritos matemáticos de Leibniz). Volumes 4, 5 e 7.

## INTRODUÇÃO

Na concepção de Leibniz, por serem vagas, as palavras da língua corrente frequentemente conduzem ao erro. Ele observa as *notae*[33] utilizadas pelos aritméticos e algebristas e deduz que elas são o que de melhor existe para as pesquisas. Inspirado nesta simbologia, Leibniz imagina que é possível criar uma nova língua, ou ainda, uma linguagem universal, de tal forma que por meio dela se torne viável verificar a validade de ideias conhecidas e descobrir novas verdades. Em um manuscrito datado de 1679 que, escreve ele

> [...] como eu tenho a sorte de melhorar consideravelmente a arte de inventar ou analisar dos matemáticos, eu tenho começado a ter algumas vezes novos pontos de vista, para reduzir todo o raciocínio humano a uma espécie de cálculo, que servirá para descobrir a verdade. [...] este método servirá como em Matemática, para nos aproximar tanto quanto pudermos ao ponto de partida para raciocinar e determinar exatamente o que é o mais provável. (LEIBNIZ, 1679, in GM VII, p. 25, tradução nossa)

À medida que Leibniz detalha a ideia de uma linguagem universal, ele define os passos a serem dados em direção a seu objetivo:

- Compreende que para constituir o alfabeto do pensamento humano, que seria a base do vocabulário desta língua, é necessário **analisar todos os conceitos e reduzi-los a termos primitivos.** Isto o leva a tentar desenvolver o inventário do conhecimento

[33] De acordo com Bacon no De Augmentis, "As *notae rerum*, que significam as coisas sem a obra e o intermédio das palavras são de dois tipos: um baseado na analogia outro na convenção. Do primeiro tipo são os hieróglifos e os gestos, do segundo tipo os caracteres reais de que falamos [...]. Ocorre que hieróglifos e gestos tem alguma semelhança com a coisa significada: são uma espécie de emblema, e por essa razão os chamamos *notas* [...]" (BACON apud ROSSI, 1992, p. 274). Devemos observar que a tradução de *notas* para o latim é *notae*. Então, o termo *notae* significa símbolos ou emblemas.

humano, o que resulta na construção da *Enciclopédia Universal*.

- Uma vez que tais termos primitivos estivessem explicitados e classificados, seria preciso criar **um sistema de signos para representá-los.** Leibniz, então, se volta para a tentativa de concretização do que ele identifica como *Característica universal.*
- De igual forma, faz-se necessário **estabelecer critérios para exprimir as combinações e relações entre os termos primitivos:** Leibniz dedica-se a estudar o que denomina *Gramática racional*.

No presente trabalho apresentamos uma averiguação sobre a forma que Leibniz desenvolve suas pesquisas na Aritmética binária, que, conforme explicitaremos, é a materialização na matemática, da Característica universal.

Supomos relevante trazer ao debate os estudos desenvolvidos neste tema por Leibniz, uma vez que existem poucas referências e um número reduzido de teses, dissertações e artigos a este respeito, especialmente em Educação matemática, apesar do assunto, linguagem universal, ter permeado grande parte dos estudos que Leibniz realizou durante sua vida e deles terem resultado seus principais trabalhos em matemática, incluindo a Aritmética Binária.

Por outro lado, consideramos oportuno esclarecer o fato de estarmos propondo nosso trabalho em um evento acerca da História da Educação Matemática. Salientamos que, concebemos Educação em um sentido mais amplo que a Educação Escolar. Adotamos o entendimento de Educação enquanto canal de divulgação do conhecimento científico, canal no qual podem estar incluídas discussões que se dão por meio de cartas e fragmentos de textos. Neste sentido, não há fronteiras precisas entre a produção científica e sua disseminação. Pelo fato de nossa pesquisa incluir debates entre Leibniz e estudiosos por intermédio de correspondência além de estudo de textos elaborados pelo autor consideramos pertinente apresentar essa pesquisa no evento em pauta.

Ainda, entendemos ser de grande valor produzir e tornar disponíveis fontes acessíveis para possíveis consultas por aqueles que tenham a intenção de utilizar a História da Matemática em sua prática pedagógica, tanto de cursos superiores, quanto de Ensino Médio. Nas palavras de Mendes (2012)

> A produção gerada na pesquisa [em história da matemática] poderá se constituir em contribuições importantes para que os professores de Matemática possam contar com mais uma possibilidade didática no

> processo de construção significativa do conhecimento matemático por meio de situações didáticas e atividades para o ensino de Matemática apoiado no uso dos materiais produzidos nas pesquisas em história da Matemática no Brasil [...] (MENDES, 2012, p. 89)

Passamos agora a explicitar nossas escolhas metodológicas justificando alguns pontos de vista adotados, e a expor a trajetória percorrida para elaboração do presente texto.

Neste sentido nos aliamos às concepções defendidas por Alfonso-Goldfarb (2008) no trabalho *Centenário Simão Mathias: Documentos, Métodos e Identidade da História da Ciência*. Assim como a autora, entendemos que "[...] é sempre recomendável para um bom trabalho [...]" (ALFONSO-GOLDFARB, 2008, p. 07) em história da ciência, articular três esferas de análise: a esfera epistemológica, a esfera historiográfica e a esfera contextual-histórica. Entendemos, como a autora que a esfera contextual histórica diz respeito ao contexto histórico com destaque para as circunstâncias segundo as quais foi elaborada a documentação, a historiográfica se refere às várias formas através dos quais já se analisou determinado problema, e finalmente a esfera epistemológica trata de aspectos intrínsecos das teorias e práticas científicas em estudo, englobando crítica contextual e análise epistêmica dos principais conceitos e argumentos.

Salientamos que classificamos como fonte primária os escritos de Leibniz que estão contidos em livros elaborados por pesquisadores especializados em sua obra. Tais fontes assim consideradas guardam o caráter da primariedade, pois são apresentados ora como transcrições, ora enquanto reprodução exata, que preservam a forma e o conteúdo original, sem tradução, interpretação ou avaliação feita por outros escritores. Também entendemos que os textos traduzidos literalmente e obras escritas contendo a simples tradução dos textos originais constituem fontes primárias. Efetuamos as traduções das fontes primárias que se encontram em latim e em francês, idiomas utilizados por Leibniz.

Dois editores em particular tornaram-se basilares para a construção da presente pesquisa. São eles Carl Immanuel Gerhardt (1816-1899) e Louis Couturat (1868-1914). Ambos publicaram obras que reúnem cartas, fragmentos de textos e textos completos de Leibniz, transcritos literalmente, ou seja, em latim ou em francês, que adquirem suma importância para quem se dedica a estudar a obra de Leibniz. Quando nos referimos, em citações, aos textos de Leibniz contidos nas obras destes dois autores consideramos que são fontes primárias, uma vez que são transcrições dos escritos de Leibniz.

## ARITMÉTICA BINÁRIA.

Na análise de Couturat (1901), o *Cálculo Infinitesimal* é a mais ilustre e bem sucedida amostra da Característica Universal, embora não seja a única. Podemos citar além do Cálculo, a Aritmética ou Numeração binária por tratar-se de outra amostra da Característica universal, embora, antes dele, Thomas Harriot (1560-1621) no início do século, e depois Juan Caramuel y Lobkowitz (1606-1682) em 1670, apresentem alguns resultados neste tópico.

Na Aritmética binária, Leibniz une a matemática e a metafísica. De acordo com Ross (2001), ele defende que o universo é criado de modo distinto de Deus por seu aspecto passivo, material e mecânico. Mas, “[...] se a matéria é irreal, isto quer dizer que a materialidade do mundo consiste num misto de irrealidade, ou não ser. Deus é puro ser: a matéria é um composto de ser e nadidade” (ROSS, 2001, p. 113).

Nesse sentido, assim como toda a aritmética pode ser derivada do 1 e do 0, todo o universo é gerado a partir do puro ser e da nadidade, fortalecendo a ideia de que as únicas coisas simples são: Deus (número um) e o Nada (o zero). Esta concepção está colocada no texto *De organo sive arte magna cogitandi* (Sobre o instrumento ou a grande arte de pensar), de 1679, onde ele afirma que “Pode acontecer, que apenas o único ser que é concebido por si mesmo, seja o próprio Deus, e haja o nada, ou a privação, portanto é mostrada maravilhosa semelhança.” (LEIBNIZ, 1679, in LC, p. 430, tradução nossa).

Leibniz considera essa ideia apenas como uma possibilidade, ele não chega a demonstrar que todas as coisas possam ser decompostas até se chegar a Deus e Nada, mas considera que se assim fosse, os algarismos ‘0’ e ‘1’ seriam os símbolos das únicas ideias simples, já que são os únicos algarismos usados na Aritmética binária e deles se originam todos os outros números. A respeito de seu sistema Leibniz comenta que:

> Por enquanto não vou tocar na imensa utilidade desse sistema: basta notar quão maravilhosamente todos os números são assim expressos pela Unidade e pelo Nada. E embora não haja esperança de que os homens nesta vida sejam capazes de chegar à ordem secreta das coisas, que tornaria claro que tudo advém do puro ser e do nada, é suficiente para

> análise das idéias, continuar até o ponto necessário para demonstrações das verdades.(LEIBNIZ, 1679, in OC, p. 431, tradução nossa).

Segundo ele, a primeira qualidade de um sistema de símbolos deve ser a concisão, pois eles são destinados a aliviar o trabalho da mente condensando os pensamentos. Leibniz se inspira na matemática, cujos teoremas não são apenas atalhos de escrita, mas atalhos de raciocínio que permitem passar das premissas à conclusão por meio de um cálculo ou operação mecânica. Considera também que as operações efetuadas com os números binários são fáceis e que nunca é preciso tentar adivinhar nada. Afirma que, nesse sistema, não é preciso saber nada decorado como quando se trabalha no sistema decimal – cita como exemplo, o fato de que para fazer uma operação de multiplicação como 345 por 34 é necessário saber, dentre outras coisas, que 3 multiplicado por 5 dá 15. No sistema binário não é necessário guardar nada na memória, pois "[...] tudo é encontrado e provado na fonte" (LEIBNIZ, 1703, in GM VII, p. 225, tradução nossa)

Outra condição que Leibniz impõe aos caracteres da Característica universal é que por meio de sua forma e de sua composição seja possível deduzir todas as propriedades dos conceitos que eles representam. Neste sentido a Aritmética binária cumpre essa condição, pois permite demonstrar pelo cálculo as verdades aritméticas que a numeração decimal é obrigada a aceitar como fatos. A este respeito Leibniz comenta que:

> Projetei uma forma de assentar as contas, de modo que aquele que junta as somas das colunas deixa no papel os traços dos passos progressivos do seu raciocínio, de maneira que não dê passos inúteis. Pode sempre rever, corrigindo as últimas faltas sem interferir nas primeiras: desta forma a revisão, mesmo feita por outro, quase não custa trabalho, visto que pode examinar os mesmos passos com um relance de olhos. Além dos meios de verificar ainda as contas de cada artigo, por uma espécie de prova muito fácil, sem que essas observações aumentem consideravelmente o trabalho de contagem. (LEIBNIZ, NE, p. 288, 289)

Um dos textos que contém os estudos desenvolvidos por Leibniz sobre a Aritmética binária é o *De dyadicis* (Sobre diádica), de 15 de março de 1679. Nele, Leibniz explica toda a técnica necessária para utilizar esse sistema de numeração.

Outro texto que contém este assunto é o ensaio intitulado *Explication de l'Arithmétique Binaire, qui se sert dês seuls caracteres 0 et 1, avec des remarques sur son utilité et sur ce qu'elle done le sens des anciennes figures chinoise de Fohy (Explicação da Aritmética binária, que utiliza apenas caracteres 0 e 1, com algumas notas sobre a sua utilidade, e o que dá o sentido às velhas figuras chinesas de Fohy),* de maio de 1703, no qual Leibniz expõe detalhadamente a relação entre a Aritmética binária e o sistema dos hexagramas, além de fazer uma comparação entre o sistema decimal e o sistema binário.

Leibniz inicia o *De dyadicis* informando que a técnica consiste em considerar apenas dois caracteres numéricos, 0 e 1 (zero e um), em lugar dos dez caracteres utilizados no sistema decimal. Em suas palavras “Por vários anos eu utilizei a progressão mais simples de todas, que procede em dois, tendo constatado que é totalmente útil para a perfeição da ciência dos números. Portanto, eu não uso nada além de “0” e “1”, e ao alcançar dois, eu recomeço.” [34] (LEIBNIZ, 1703).

No *Explication de l’Arithmétique Binaire,* lembra que no sistema decimal utilizamos os algarismo de 0 a 9 e diz que quando chegamos ao dez, iniciamos novamente a contagem escrevendo dez como 10, e dez vezes dez, ou cem, como 100, e dez vezes 100, ou mil, como 1000. No sistema binário, utilizamos os algarismos 0 e 1 e quando chegamos ao dois recomeçamos a contagem escrevendo dois como 10, e dois vezes dois, ou quatro, como 100, e dois vezes quatro, ou oito, por 1000.

No texto *De Dyadicis*, afirma que,

> Então 10 é 2, e 100 é 4, e 1000 é 8, e 10000 é 16, e assim por diante. [...] e em geral, um número binário da progressão geométrica de base dois passa a ser expresso pela unidade e tantos zeros quanto for o expoente da progressão geométrica, ou seja, $2^e = 10^e$, então constroi-se a tabela: (LEIBNIZ, 1679, in GM VII, 1863, p. 223, 224, tradução nossa)

**Figura 1** - Tabela de correspondência entre potências de base 10 no sistema binário e potências de base 2 no sistema decimal.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | = | $2^0$ |
| 10 | 2 | | $2^1$ |
| 100 | 4 | | $2^2$ |
| 1000 | 8 | | $2^3$ |
| 10000 | 16 | | $2^4$ |
| 100000 | 32 | | $2^5$ |
| 1000000 | 64 | | $2^6$ |
| 10000000 | 128 | | $2^7$ |
| 100000000 | 256 | | $2^8$ |
| 1000000000 | 512 | | $2^9$ |
| 10000000000 | 1024 | | $2^{10}$ |

Fonte: GM VII, p. 228

[34] “J’ai employé depuis plusieurs années la progression la plus fimple de toutes, qui va de deux en deux; ayant trouvé qu’elle sert à la perfection de la science des Nombres. Ainsi je n’y employe point d’autres caracteres que 0 & 1, & puis allant à deux, je recommence.” (LEIBNIZ in GM VII, 1863, p. 223, 224)

Depois explica como gerar os números a partir do número três, adicionando sempre uma unidade. Explica como efetuar a adição da seguinte forma:

> Sempre que a unidade é transferida deve ser adicionado à casa anterior, então para lembrar coloca um ponto na casa anterior, por exemplo, se 11 e 1 (ou 3 e 1) devem ser somados, como na última casa 1 e 1 é 10, escreve 0 e representa 1 por um ponto na casa anterior. Voltando para a penúltima casa 1 e 1 (lembrando que o ponto naquele lugar significa 1) faz 10, escreve 0 e anota um ponto na antepenultima casa. Agora na antepenúltima casa nada mais tem além do ponto que significa 1 e faz 100. (LEIBNIZ, 1679, in GM VII, p. 228,229, tradução nossa)

Ao lado da explicação consta a seguinte figura:

```
  11
· ·1
 100
```

Ou seja, para fazer a soma de 11 com 1, somamos o ‘1’ com ‘1’ da última coluna, dá ‘2’ que é dez, colocamos então o zero e um ‘ponto’ na coluna anterior lembrando que o ‘ponto’ vale ‘1’. Aí somamos o ‘1’ com o ‘ponto’, dá ‘2’ que é dez, colocamos o zero e um ponto da coluna anterior. Como não temos mais o que somar nesta coluna, o resultado é ‘1’. Portanto a soma dá ‘100’.

Depois disto, Leibniz demostra como fazer cada uma das quatro operações.

No texto *Explication de l’Arithmétique*, Leibniz apresenta uma tabela de números, do número 0 ao 32 (Figura 29) salientando que são inseridos pequenos anéis, nas linhas, antes dos algarismos ‘1’, para destacar os ciclos que se repetem nas colunas. (os anéis tem menor tamanho do que os zeros). Comenta que, observando esta repetição, é simples perceber propriedades e é possivel construir qualquer série que se deseje sem que seja necessário realizar cálculos ou desenvolver um pensamento mais complexo.

**Figura 2** – Parte da Tabela de Números (criada por Leibniz contendo a correspondência entre os números do sistema decimal e sistema binário).

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 5 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 6 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 7 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 9 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 10 |

Fonte: GM VII, 1863, p. 224

Tudo que está dentro da coluna separado por um pequeno traço se repete abaixo dela. Na parte da tabela na qual estão os números binários, na primeira coluna da direita para a esquerda, os caracteres são repetidamente 01; na segunda coluna, 0011; na terceira coluna, 00001111; e assim por diante.

Esta propriedade cíclica, segundo Leibniz, é seguida por vários tipos de grandezas. Sua Tabela de Números seria, portanto, uma poderosa ferramenta nas ciências.

> [...] números quadráticos, números cúbicos, e outras grandezas, como números triangulares, números piramidais e outros números, possuem ciclos similares, o que significa que tabelas como esta podem ser imediatamente escritas, sem nenhum cálculo. A prolixidade inicial faz surgir este desenho [a regularidade do ciclo], o que torna a forma de calcular econômica. E prosseguir ao infinito dessa maneira é infinitamente mais vantajoso. (LEIBNIZ, 1703, in in GM VII, p. 224, tradução nossa)

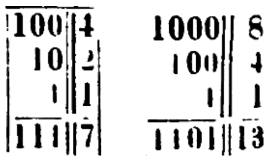
Leibniz prossegue explicando que, com o seu sistema numérico, torna-se simples a decomposição de um número dado em outros localizados nos níveis mais acima na tabela.

> Uma olhada de relance torna evidente a razão para a celebrada propriedade da progressão geométrica duplicada em números inteiros, que significa que se se dispõe de apenas um destes números para cada grau, pode-se compor todos os outros números inteiros inferiores a ele, somando-se os graus mais altos. (LEIBNIZ, 1703, in GM VII, p. 224, tradução nossa)

Leibniz ao se referir à '*progressão geométrica duplicada em números inteiros*' refere-se à progressão geométrica de razão 2, ou seja, (1, 2, 4, 8, 16, ....) que corresponde a ($2^0$, $2^1$, $2^2$, $2^3$, $2^4$, ...).

Exemplifica a decomposição de um número com o número sete (111), que pode ser decomposto em quatro (100), dois (10) e um (1); o número 13 (1101), que é a soma de oito (1000), quatro (100) e um (1).

**Figura 3** - A decomposição dos números 7 e 13 do sistema decimal em correspondência ao sistema binário.



| | | | |
|---|---|---|---|
| 100 | 4 | 1000 | 8 |
| 10 | 2 | 100 | 4 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 111 | 7 | 1101 | 13 |

Fonte: GM VII, p. 224

Percebe-se na contagem proposta por Leibniz que a decomposição de qualquer número dado retorna a outros de base dois. Como nos exemplos, sete corresponde a quatro ($2^2$) mais dois ($2^1$) mais um ($2^0$); treze corresponde a oito ($2^3$) mais quatro ($2^2$) mais um ($2^0$).

Afirma que sua maneira de contagem por dois também possibilita a realização de todas as operações aritméticas. Dá exemplos das operações de adição, subtração, multiplicação e divisão. No trabalho *De Dyadicis,* Leibniz descreve os métodos de realização das operações, enquanto que no *Explication* apresenta os exemplos de uso.

Leibniz afirma que a maneira de calcular de acordo com sua tabela evitaria a necessidade de ter informações armazenadas na nossa memória, como ocorre nos cálculos de acordo com a contagem de dez em dez.

Apesar de Leibniz enumerar as vantagens desse sistema de contagem, acrescenta que:

> [...] eu não estou, de qualquer forma, recomendando que esta forma de contagem substitua a prática usual de contagem por dez. Por que, afora o fato de que nós estamos acostumados a isso, nós não precisamos aprender de novo o que nós já aprendemos de cor. A prática da contagem por dez é mais curta e os números não são tão longos. E se nós estamos acostumados a prosseguir por doze ou dezesseis, haveria ainda mais vantagens. Mas o cálculo por dois, ou seja, por 0 e 1, como compensação

> pelo seu comprimento, é a mais fundamental forma de contagem para a ciência, e nos oferece novas descobertas, que são úteis, mesmo para a aplicação dos números e especialmente para a geometria. A razão para isso é que, como os números são reduzidos aos princípios mais simples, como 0 e 1, uma ordenação magnífica se apresenta. (LEIBNIZ, 1703, in GM VII, p. 225, tradução nossa)

Leibniz descreve suas pesquisas em Aritmética binária em cartas endereçadas ao padre Joachim Bouvet (1656-1730), que viveu algum tempo na China dedicando-se ao estudo do *I Ching*, o *Livro das Mutações*. Este livro contém a base sd sabedoria chinesa, incluindo as origens de sua escrita. Hoje, no ocidente, é considerado um livro exotérico, com funções mágico-oraculares.

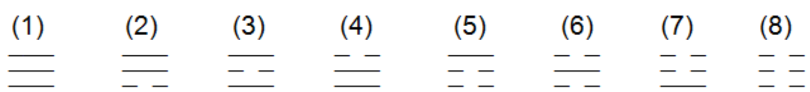
Um dos pontos chave do trabalho de Leibniz contido no *Explication de l'Arithmétique,* de 1703, diz respeito à sua explanação a respeito da relação entre seu método de contagem binária e os hexagramas de Fuxi. Fohy ou Fuxi ou ainda Fu Hsi (meados de 2.800 a.C.), imperador mítico chinês, é tido como o criador do *I Ching*.

Leibniz acredita que, quando descreve suas pesquisas em Aritmética binária ao padre Bouvet, este compreende que aquela aritmética explica de maneira admirável a estrutura dos hexagramas chineses.

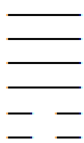
Essa antiga filosofia utiliza 64 figuras (hexagramas), cada um composto por dois trigramas. Os trigramas são compostos por três linhas superpostas que podem ser inteiras (__) ou interrompidas (_  _). Os hexagramas são as combinações de dois a dois desses trigramas[35]. Cada hexagrama tem um significado de acordo com o livro *I Ching.*

Leibniz entende que, juntamente com o Reverendo Bouvet, desvenda o enigma que remanesce há séculos entre os chineses. Afirma que os chineses perderam o sentido das figuras de Fuxi, e que, apesar de terem abordado o mistério por diversas vezes e terem procurado dar sentido a estas figuras não alcançaram o significado pleno.

[35] São os seguintes trigramas:




Combinando dois a dois trigramas teremos os 64 hexagramas. Por exemplo, combinando os trigramas (1) e (5), teremos o seguinte hexagrama:



Em 1701, Bouvet envia a Leibniz uma carta anexando uma gravura em madeira com a disposição dos hexagramas. A respeito dessa carta, Leibniz comenta que:

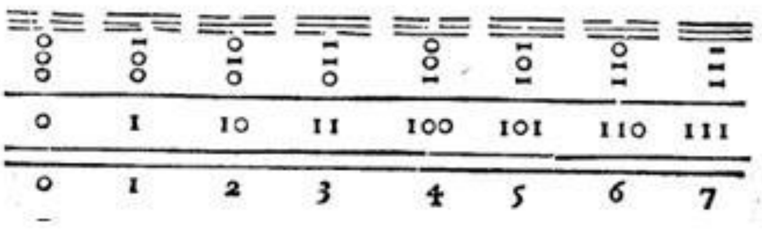
> Há pouco mais de dois anos em que eu enviei ao padre Reverendo Bouvet – renomado jesuíta francês que vive em Pequim – a minha forma de contagem de 0 e 1; e nada mais foi preciso para que ele reconhecesse que esta era a chave para as figuras de Fuxi. Escrevendo para mim em 14 de novembro de 1701, ele enviou-me a grande figura desta preciosa filosofia que vai até 64, e não deixa nenhum motivo para duvidar da verdade da nossa interpretação; assim, podemos dizer que este Padre decifrou o enigma de Fuxi usando o que eu tinha comunicado a ele. E, como estes números podem ser o monumento mais antigo da ciência[36] que existe no mundo, a restituição de seu significado, depois de um grande intervalo de tempo, é ainda mais curioso. (LEIBNIZ, 1703, in GM VII, p. 226, 227, tradução nossa)

Leibniz esvazia o conteúdo dos símbolos *I Ching* do significado dado pelos chineses ao associar o zero à linha segmentada e o número um à linha inteira e, aproximando o Sistema Binário dos hexagramas do *I Ching*, confirma a abrangência do seu simbolismo binário.

Reafirma que a correspondência entre seu método de contagem e as figuras de Fuxi são óbvias:

> Há várias figuras lineares atribuídas a ele, todas elas retomam a esta aritmética, mas é suficiente mostrar aqui a Figura da Cova Oito, como é chamada, que se diz ser fundamental, e para iniciarmos uma explicação, note-se inicialmente que, uma linha inteira significa unidade, ou 1, e que uma linha quebrada significa 0. (LEIBNIZ, 1863, in GM VII, p. 22, tradução nossa)

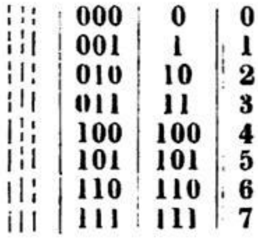
**Figura 4** - Hexagramas do Fohi em correspondência com os números binários




Fonte : ECO, 2001, p. 344

[36] Na época, Leibniz considera os hexagramas como o sistema simbólico mais antigo, porém, posteriormente foram encontrados os ideogramas sumérios que são mais antigos que estes, de cerca de 3.500 a. C.

**Figura 5** - Hexagramas do Fohi em correspondência com os números binários (cova oito)



| | | | |
|---|---|---|---|
| | 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 : GM VII, 1863, p. 226

Em uma das cartas endereçadas ao reverendo, Leibniz afirma que é possível criar

> Uma nova característica que parecerá uma continuação da de FoHi e que dará o começo da análise das ideias e desse maravilhoso cálculo de que tenho o projeto. Esta característica secreta e sagrada dar-nos-á também o meio de insinuar aos chineses as mais importantes verdades da filosofia e da teologia naturais. (LEIBNIZ apud POMBO, 1997, p. 231)

No século XX, as concepções sobre Aritmética binária são aplicadas a circuitos eletrônicos o que permite que seja criada uma linguagem para ser utilizada nos computadores digitais, que lhes confere mais rapidez no processamento de tarefas.

Desde muito jovem Leibniz almeja uma maneira de acessar todo o conhecimento. Quando escreve o *De Arte Combinatoria*, entre outras coisas, considera que quando as letras representam o alfabeto de uma linguagem, ao se instituírem todas as combinações possíveis com tais letras, são formadas as palavras que, por sua vez, são igualmente combinadas entre si. No resultado de todas estas combinações (caracteres que formam palavras e palavras que formam sentenças) estão contidas todas as ideias possíveis. Em suas palavras

> [...] E pensei sobre isso no início de meus estudos, ao me aventurar em publicar um pequeno tratado, o *De Arte Combinatoria* [...] Ora visto que todo o conhecimento humano pode se expressar pelas letras do Alfabeto, e que podemos dizer que aquele que compreende perfeitamente o uso do Alfabeto, sabe tudo; resulta disso que poderemos calcular o número de verdades, as quais os homens são capazes e que poderemos determinar a grandeza de uma obra que conterá todo o conhecimento humano possível; e assim teremos acesso a tudo o que foi sabido, escrito ou inventado; e bem, além disso, pois ele conteria não somente as verdades mas ainda as falsidades que os homens podem enunciar; e mesmo expressões que não significam nada. (LEIBNIZ, 1679, in GP VII, p. 94, 95, tradução nossa)

Ao longo de sua vida, as propostas relacionadas à criação de uma Linguagem universal são desenvolvidas concomitantemente por meio de múltiplas estratégias e caminhos e a partir de diferentes frentes de trabalho. Uma convicção fundamental, contudo, sempre o acompanha: a de que a linguagem deve servir para desvelar o pensamento e não para limitá-lo. Em carta a Tschirnhaus, de Maio de 1678, escreve

> Ninguém deveria temer que a contemplação dos caracteres nos levará para longe das coisas em si mesmas; pelo contrário, nos levará para o interior das coisas. Nós constantemente temos confundido as noções porque os caracteres que utilizamos são mal arranjados; mas então, com a ajuda dos caracteres, nós facilmente teremos as mais distintas noções, nós teremos nas mãos um meio mecânico de meditação, por assim dizer, com esta ajuda nós poderemos facilmente expressar qualquer ideia, não interessa do que seja composta. De fato, se o caráter que expressa um conceito dado for considerado atenciosamente, o conceito mais simples dentro do qual pode ser esclarecido virá à mente. [...] Nós não podemos esperar por ajuda maior do que essa para a perfeição da mente. (LEIBNIZ, 1678, in LOEMKER, 1969, p. 192, tradução nossa)

Em sua busca constante pelos caracteres ideais, Leibniz experimenta todos os símbolos que consegue imaginar. Até o fim de sua vida, mantém sua proposta de invenção de um simbolismo completo e definitivo. Ele reconhece as dificuldades intrínsecas ao seu projeto. Em carta de março de 1706, à Eleitora Sophie, sua grande amiga, demonstra sua desilusão ao comentar que,

> [...] não estou nem estarei jamais em estado de executar tal projeto em que é necessário mais do que uma mão; e parece mesmo que o gênero humano não está suficientemente amadurecido para reivindicar os benefícios que esse Método poderá proporcionar-lhe. (LEIBNIZ, 1706, in LC, p. 118, tradução nossa)

Portanto, muito embora Leibniz tenha se mostrado um dedicado e incansável estudioso, não chega a concretizar seu intento. Desenvolve inúmeros projetos, apresenta diversas propostas, mas não tem sucesso na construção da tão desejada Linguagem universal, e, por suposto, da Característica universal.

Leibniz, de fato, não chega a concluir seu trabalho, mas as ideias nele contidas contribuíram de forma decisiva para a ciência em diversas áreas do conhecimento. Especialmente em relação à matemática, a busca por um simbolismo adequado o levou à criação do Cálculo Infinitesimal. E a procura pelos termos primitivos, por um modo perfeito de expressar as coisas e noções a partir de sua gênese o levou ao aperfeiçoamento da Aritmética binária.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


ALFONSO-GOLDFARB, A.M. **Centenário Simão Mathias: Documentos, Métodos e Identidade da História da Ciência**. In Circumscribere: International Journal for the History of Science, 2008. Disponível em <http://revistas.pucsp.br/index.php/circumhc/article/view/679/925>. Acesso em 20.05.2014.

ALFONSO-GOLDFARB, A.M. et al. **Reflexões sobre a constituição de um corpo documental para a história da ciência: um estudo de caso do Brasil Colônia e Brasil Reino**. In Acervo, Rio de Janeiro, V. 26, nº 1, p. 42-53, Jan./Jun. 2013. Disponível em < http://www.revistaacervo.an.gov.br/seer/index.php/info/article/view/591/486>. Acesso em 06.10.2014.

COUTURAT, L. **La logique de Leibniz: d'après des documents inédits**. Paris: F. Alcan, 1901. Disponível em <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k110843d.r=la+logique+leibniz.langPT>. Acesso em 10.05.2010.

COUTURAT, L. **Opuscules et fragments inédits de Leibniz : extraits des manuscrits de la Bibliothèque royale de Hanovre.** Traduzido por L. Couturat, Paris: F. Alcan, 1903. Disponível em <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k68142b.r=Opuscules+et+fragments+in%C3%A9dits+de+Leibniz+%3A+%3E+extraits+des+manuscrits+de+la+Biblioth%C3%A8que+royale+de+Hanovre.langPT>. Acesso em 10.05.2010.

GERHARDT, C. I. **Leibnizens mathematische Schriften. Zweite abtheilung: Die mathematischen Abhandlungen Leibnizens enthaltend. Band III.** Leibnizens gesammelte Werke aus den Handschriften der Königlichen Bibliothek zu Hannover (Escritos matemáticos de Leibniz. Segunda Seção: os tratados matemáticos de Leibniz. Volume III. Obras completas de Leibniz dos manuscritos da Biblioteca Real de Hanôver). [S.I.]: Halle, Volume 7, 1863. Disponível em < http://books.google.com.br/books/pdf/Leibnizens_Mathematische_Schriften__Hera.pdf?id=7iI1AAAAIAAJ&hl=pt-BR&capid=AFLRE71l_kI68GID30KA_Z3EX-dCDGYLLQz6-7QtBfNuYa7ZcbIZEzmUbNmWc1Hu9IcHyBlHjVuqBv_cJNlDbfZ7t6O2zY2KCQ&continue=http://books.google.com/books/pdf/Leibnizens_Mathematische_Schriften__Hera.pdf%3Fid%3D7iI1AAAAIAAJ%26output%3Dpdf%26hl%3Dpt-BR&redir_esc=y>. Acesso em 06.10.2013.

LEIBNIZ. G. W. **Explication de l'arithmétique binaire**. Disponível em <http://ads.ccsd.cnrs.fr/docs/00/10/47/81/PDF/p85_89_vol3483m.pdf>. Acesso em 03.10.2013.

LEIBNIZ. G. W. **Novos Ensaios sobre o entendimento humano.** In: Os Pensadores. Tradução de Luiz João Baraúna. São Paulo: Victor Civita, 1984.

LOEMKER, Leroy E. **Philosophical papers and letters.** Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1969.

MENDES, I. A. **Pesquisas em história da Educação Matemática no Brasil em três dimensões.** In Quipu, Vol. 14, nº. I, janeiro-abril de 2012, p. 69-92. Disponível em <http://www.iranmendes.com/arquivos/PDF/Artigo_Revista_Quipo.pdf.>Acesso em 14.10.2014.

POMBO, O. **Leibniz e o Problema de uma Língua Universal**, Lisboa: Edições Colibri, 1997.

ROSS, G. M. **Leibniz.** Tradução Adail U. Sobral e Maria S. Gonçalves. São Paulo: Edições Loyola, 2001.

ROSSI, P. **A Ciência e a filosofia dos modernos.** Tradução Álvaro Lorencini. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1992.